TUBE COMPOSER® T1952

Bedienungsanleitung

DEUTSCH

Version 1.1 Oktober 2001

BEHRINGER®

www.behringer.com

SICHERHEITSHINWEISE

ACHTUNG: Um eine Gefährdung durch Stromschlag auszuschließen, darf die Geräteabdeckung bzw. Geräterückwand nicht abgenommen werden. Im Innern des Geräts befinden sich keine vom Benutzer reparierbaren Teile. Reparaturarbeiten dürfen nur von qualifiziertem Personal ausgeführt werden.

WARNUNG: Um eine Gefährdung durch Feuer bzw. Stromschlag auszuschließen, darf dieses Gerät nicht Regen oder Feuchtigkeit ausgesetzt werden.

Dieses Symbol verweist auf das Vorhandensein einer nicht isolierten und gefährlichen Spannung im Innern des Gehäuses und auf eine Gefährdung durch Stromschlag.

Dieses Symbol verweist auf wichtige Bedienungs- und Wartungshinweise in der Begleitdokumentation. Bitte lesen Sie in der Bedienungsanleitung nach.

SICHERHEITSHINWEISE IM EINZELNEN:
Vor Inbetriebnahme des Gerätes sind alle Sicherheits- und Bedienungshinweise sorgfältig zu lesen.
Aufbewahrung:
Bewahren Sie die Sicherheits- und Bedienungshinweise für zukünftige Fragen auf.
Beachten von Warnhinweisen:
Bitte beachten Sie alle Warnhinweise, die auf das Gerät aufgedruckt bzw. in der Bedienungsanleitung angegeben sind.
Beachten der Bedienungshinweise:
Bitte beachten Sie alle Bedienungs- und Anwendungshinweise.
Wasser und Feuchtigkeit:
Das Gerät darf nicht in der Nähe von Wasser (z.B. Badewanne, Wasch- und Spülbecken, Waschmaschine, Schwimmbecken, usw.) betrieben werden.
Belüftung:
Das Gerät muss so aufgestellt werden, dass eine einwandfreie Belüftung gewährleistet ist. Beispielsweise sollte es nicht auf einem Bett, Sofa oder auf einer anderen Unterlage aufgestellt werden, wo Belüftungsschlitze verdeckt werden könnten. Gleiches gilt für die Festmontage z.B. in einem Bücherregal oder Schrank, wo eine ungehinderte Belüftung nicht gewährleistet ist.
Wärme:
Das Gerät darf nicht in der Nähe von Wärmequellen, wie z.B. Heizkörpern, Herden oder anderen wärmeerzeugenden Geräten (auch Verstärker), aufgestellt werden.
Stromversorgung:
Das Gerät darf nur an die auf dem Gerät bzw. in der Bedienungsanleitung angegebene Stromversorgung angeschlossen werden.
Erdung:
Die einwandfreie Erdung des Gerätes ist zu gewährleisten.
Netzkabel:
Das Netzkabel muss so verlegt werden, dass es nicht durch Personen oder darauf abgestellte Gegenstände beschädigt werden kann. Bitte achten Sie hierbei besonders auf Kabel und Stecker, Verteiler sowie die Austrittsstelle des Kabels aus dem Gehäuse.
Reinigung:
Das Gerät darf nur wie vom Hersteller empfohlen gereinigt werden.
Nichtgebrauch:
Bitte ziehen Sie den Netzstecker, wenn Sie das Gerät längere Zeit nicht benutzen.
Eindringen von Gegenständen und Flüssigkeit in das Geräteinnere:
Bitte achten Sie darauf, dass durch die Öffnungen keine Gegenstände oder Flüssigkeit in das Geräteinnere gelangen können.
Schäden und Reparaturen:
Das Gerät muss durch qualifiziertes Personal repariert werden, wenn:
- das Netzkabel oder der Netzstecker beschädigt worden sind,
- Gegenstände oder Flüssigkeit in das Geräteinnere gelangt sind,
- das Gerät Regen oder Feuchtigkeit ausgesetzt worden ist,
- das Gerät nicht ordnungsgemäß funktioniert oder eine deutliche Funktionsabweichung aufweist
- das Gerät auf den Boden gefallen bzw. das Gehäuse beschädigt worden ist.

Wartung:
Alle vom Anwender auszuführenden Wartungsarbeiten sind in der Bedienungsanleitung beschrieben. Darüber hinausgehende Wartungsarbeiten dürfen nur durch qualifiziertes Reparaturpersonal ausgeführt werden.

VORWORT

Lieber Kunde,

willkommen im Team der TUBE COMPOSER-Anwender und herzlichen Dank für das Vertrauen, das Sie uns mit dem Kauf dieses Gerätes entgegengebracht haben. Es ist eine meiner schönsten Aufgaben, dieses Vorwort für Sie zu schreiben, da es unseren Ingenieuren gelungen ist, speziell für die VINTAGER-Serie die traditionelle Schaltungstechnik der Röhren weiter zu entwickeln und für moderne, professionelle Audiotechnik, mit ihren hohen Ansprüchen an Klangqualität und Dynamik, zu adaptieren. Die Faszination, die z. B. von antiken Röhrenradios und Verstärkern ausgeht, und der feine, warme Klangcharakter, der mit diesen assoziiert wird, haben dafür gesorgt, dass Vakuumröhren auch in modernen Schaltungskonzepten – insbesondere der professionellen Tonstudiotechnik oder der sogenannten High-End-Technik – ihren Platz behielten.

Der Composer zählt schon lange zur Standardausstattung unzähliger Studios und P.A.-Verleiher. Eines unserer meistverkauften Geräte weiterzuentwickeln bedeutet dabei natürlich eine große Verantwortung. Deshalb sind wir besonders stolz darauf, eine äußerst effektive Symbiose zwischen Solid State- und Röhrentechnik realisiert und für nahezu jeden Tontechnik-Interessierten erschwinglich gemacht zu haben. Bei der Entwicklung standen immer Sie, der anspruchsvolle Anwender, im Vordergrund. Diesem Anspruch gerecht zu werden, war unser oberstes Ziel. Klar, eine Menge harte Arbeit war nötig, um ein solches Produkt zu entwickeln, aber der Spaß macht alles wieder wett. Die leuchtenden Augen der vielen Interessierten, die z. B. auf der Musikmesse 1997 zum ersten Mal unsere VINTAGER-Modelle sahen, haben uns nachhaltig bei der Entwicklung beflügelt.

Sie an unserer Freude teilhaben zu lassen, ist unsere Philosophie. Denn Sie sind der wichtigste Teil unseres Teams. Durch Ihre kompetenten Anregungen und Produktvorschläge haben Sie unsere Firma mitgestaltet und zum Erfolg geführt. Dafür garantieren wir Ihnen kompromisslose Qualität (hergestellt unter ISO9000 zertifizierten Management-System), hervorragende klangliche und technische Eigenschaften und einen extrem günstigen Preis. All dies ermöglicht es Ihnen, Ihre Kreativität maximal zu entfalten, ohne dass Ihnen der Preis im Wege steht.

Wir werden oft gefragt, wie wir es schaffen, Geräte dieser Qualität zu solch unglaublich günstigen Preisen herstellen zu können. Die Antwort ist sehr einfach: Sie machen es möglich! Viele zufriedene Kunden bedeuten große Stückzahlen. Große Stückzahlen bedeuten für uns günstigere Einkaufskonditionen für Bauteile etc. Ist es dann nicht fair, diesen Preisvorteil an Sie weiterzugeben? Denn wir wissen, dass Ihr Erfolg auch unser Erfolg ist!

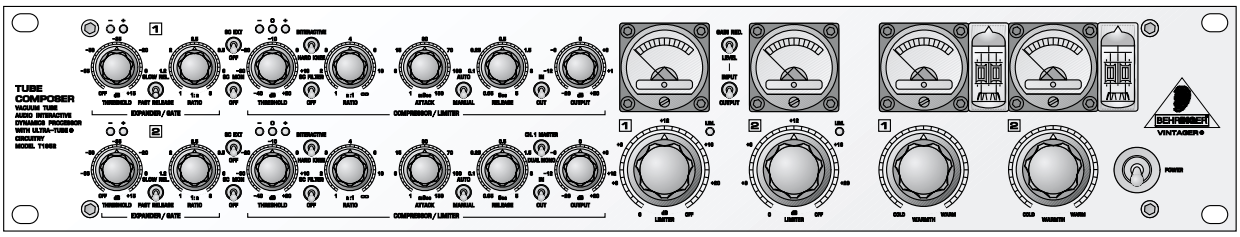
Ich möchte mich gerne bei allen bedanken, die den TUBE COMPOSER erst möglich gemacht haben. Alle haben ihren persönlichen Beitrag geleistet, angefangen bei den Entwicklern über die vielen anderen Mitarbeiter in unserer Firma bis zu Ihnen, dem BEHRINGER-Anwender.

Freunde, es hat sich gelohnt!

Uli Behringer

TUBE COMPOSER®

Interaktiver Dynamikprozessor mit Röhrenschaltung



- ▲ Interaktiver Dynamikprozessor mit Röhrenschaltung auf Basis selektierter 12AX7 Röhren
- ▲ Fünf Funktionsbereiche: Kompressor/Limiter, Expander/Gate und Peak Limiter
- ▲ Warmth-Regler ermöglicht genaue Dosierung des Röhrenklangs
- ▲ IKA-Schaltung (Interactive Knee Adaptation) für programmabhängige Kompression
- ▲ Wahlmöglichkeit zwischen “Interactive Knee” und “Hard Knee”-Charakteristik
- ▲ Wählbare AUTO-Funktion für signalabhängige Steuerung von Attack- und Release-Zeiten
- ▲ IRC-Expander/Gate-Schaltung (Interactive Ratio Control) für sanftes Ausblenden von störenden Hintergrundgeräuschen
- ▲ IGC-Peak Limiter-Schaltung (Interactive Gain Control) kombiniert Clipper und Programm-Limiter, um durch eine “Null” Attack-Limitierung den maximal möglichen Pegel mit geringster Verzerrung zu erhalten
- ▲ Schaltbares Low Cut-Filter und Monitor-Funktion im Side Chain
- ▲ Hochpräzise Anzeigen für Ein- bzw. Ausgangspegel und Gain Reduction
- ▲ “True RMS”-Stereokopplung wählbar
- ▲ Hochwertige VCAs und “Ultra Low-Noise”-Operationsverstärker vom Typ 4580
- ▲ Servo-symmetrierte Ein- und Ausgänge mit XLR- und Klinkenanschlüssen
- ▲ Relais-gesteuerte Hard Bypass-Funktion
- ▲ Hochwertige Raster-Potentiometer und Schalter mit authentischen Vintage-Stil-Bedienungselementen
- ▲ Hintergrundbeleuchtete, analoge VU-Meter und “Retro-Design”
- ▲ Behringer OT-1 als hochwertiger Ausgangsübertrager nachrüstbar
- ▲ Gefertigt unter ISO9000 zertifiziertem Management-System

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINFÜHRUNG 6
1.1 Das Konzept 6
1.2 Bevor Sie beginnen 7
1.3 Bedienelemente 8

2. BEDIENUNG 12
2.1 Kompression/Leveling/Limiting/Clipping 12
2.2 Expander/Gate-Sektion 13
2.3 Kompressorsektion 15
2.4 Die Peak Limiter-Sektion 17
2.5 Die Side Chain-Funktion 17
2.6 Röhrensektion 18

3. ANWENDUNGEN 18
3.1 Anwendungen des TUBE COMPOSER bei der Tonaufnahme 18
3.1.1 Unterdrücken von Übersprechen in der Mehrkanaltechnik 18
3.1.2 Der TUBE COMPOSER im Aufnahme- und Kopierbereich 19
3.1.3 Der TUBE COMPOSER bei digitalen Aufnahmen und beim Sampling 19
3.1.4 Entrauschen von Effektwegen 19
3.2 Anwendung des TUBE COMPOSER in der Beschallung 19
3.2.1 Verminderung von Übersprechen bei Bühnenmikrofonen 19
3.2.2 Verminderung der Rückkopplung von Bühnenmikrofonen 20
3.2.3 Der TUBE COMPOSER als Schutzeinrichtung im Beschallungsbereich 20
3.2.4 Klangverbesserung einer Prozessoranlage 21
3.3 Der TUBE COMPOSER als Klangeffektgerät 21
3.4 Der TUBE COMPOSER im Mastering 22
3.5 Der TUBE COMPOSER im Rundfunk- und Fernsehbereich 22
3.6 Side Chain-Anwendungen 23
3.6.1 Der TUBE COMPOSER als “De-Esser” 23
3.6.2 Frequenzselektives Ausfiltern von Störgeräuschen 24
3.6.3 Unterdrücken von Instrumenten in einer Aufnahme 24
3.6.4 Betonen von Instrumenten in einer Aufnahme 24
3.6.5 Zeitverzögerte Kompression 24
3.6.6 “Voice Over”-Kompression (“Ducking”) 24
3.6.7 Triggern zusätzlicher Sounds zu einer Rhythmusspur 25

4. TECHNISCHER HINTERGRUND 25
4.1 Audiodynamik 25
4.1.1 Das Rauschen als physikalisches Phänomen 25
4.1.2 Der Begriff der Dynamik 25
4.1.3 Kompressoren/Limiter 27
4.1.4 Expander/Noise Gates 27
4.2 Die Röhre im TUBE COMPOSER 27
4.3 Die Geschichte der Röhre 28
4.4 Aufbau und Funktionsprinzip der Röhre 28
4.5 Eigenschaften der Röhre 29
4.6 Das Beste beider Welten 30
4.7 Die UTC-Schaltung 30
4.8 Einsatz im Tonstudio 31

5. INSTALLATION 31
5.1 Einbau in ein Rack 31
5.2 Netzspannung 32
5.3 Audioverbindungen 32
5.4 Wahl des Arbeitspegels 33
5.5 Transformator-symmetrierter Ausgang (Option) 33

6. TECHNISCHE DATEN 34

7. GARANTIE 36

1. EINFÜHRUNG

Mit dem neuen TUBE COMPOSER T1952 haben Sie einen extrem leistungsstarken und universell einsetzbaren Dynamikprozessor erworben, der die Zuverlässigkeit und Präzision der Solid State-Technologie mit dem warmen und lebendigen Klangcharakter der Röhrentechnologie verbindet. Damit wird er den meisten in der Praxis benötigten Dynamikregelfunktionen gerecht. Jeder Kanal verfügt über einen unabhängigen Kompressor/Limiter, ein Expander/Gate, einen Pegelspitzenbegrenzer (Peak Limiter) und eine extrem rauscharme Röhrenstufe. Die Präzision und Flexibilität der Funktionen sind die herausragenden Argumente dieses High-End-Gerätes.

Zukunftsweisende BEHRINGER-Technik

Die Firmenphilosophie von BEHRINGER garantiert ein vollständig durchdachtes Schaltungskonzept und eine kompromisslose Wahl an Komponenten. Der TUBE COMPOSER T1952 wird auf Basis von SMD-Technologie (Surface Mounted Device) hergestellt. Die Verwendung der aus der Raumfahrt bekannten Subminiaturbauteile garantiert nicht nur eine extreme Packungsdichte, sondern auch eine erhöhte Zuverlässigkeit des Gerätes. Als Herz des BEHRINGER TUBE COMPOSER wird ein VCA verwendet, der aufgrund seiner hervorragenden technischen Daten und seinem exzellenten klanglichen Verhalten zu den besten Bausteinen zählt. Daneben finden in unseren Geräten engtolerierte Widerstände und Kondensatoren, hochwertige Potentiometer und Schalter, goldplatinierte Relaiskontakte sowie weitere selektierte Komponenten Anwendung. Sowohl Rauschabstand, Verzerrungsprodukte, aber vor allem klangliche Eigenschaften wurden in langwierigen Entwicklungsphasen und Hörtests optimiert. Das Ergebnis ist ein Gerät der absoluten Spitzenklasse, das für Sie bald unentbehrlich sein wird. Das Gerät wurde zudem unter ISO9000 zertifiziertem Management-System hergestellt.

1.1 Das Konzept

Das Herz des TUBE COMPOSER ist eine extrem rauscharme VCA-Schaltung, die für eine transparente, saubere Regelung des Programmaterials sorgt. Die Kunst beim Design von Dynamikprozessoren liegt in der musikalischen, optimierten Abstimmung der Regelkreise, die unseren Ingenieuren aufgrund jahrelanger Erfahrung in einzigartiger Weise gelungen ist. Als Highlight kommt im TUBE COMPOSER die UTC-Röhrenschaltung zum Einsatz, die ihrem Programmmaterial den warmen Klangcharakter der Röhrentechnologie zurückgibt.

IKA (Interactive Knee Adaptation)-Kompressor

Unsere bewährte IKA (Interactive Knee Adaptation)-Schaltung kombiniert erfolgreich das “Hard Knee”-Kompressorkonzept mit der “Soft Knee”-Charakteristik. Diese programmabhängige Regelcharakteristik schafft die Voraussetzung sowohl für eine “unhörbare” und musikalische Programmverdichtung, als auch für eine kreative und effektvolle Dynamikbearbeitung.

Der auf der Frontplatte eingestellte Ratio-Wert wird erst bei einer Pegelüberschreitung des Arbeitspunktes um mehr als 10 dB erreicht, so dass die Kompressionskennlinie extrem weich verläuft. Dies ermöglicht eine Programmverdichtung von überzeugender Qualität: Selbst bei extremen Kompressionsraten oder bei der Bearbeitung von kritischem Musikmaterial (klassische Musik etc.) bleibt das Programmmaterial musikalisch, durchsichtig und in einem weiten Bereich frei von Pump- oder Atemeffekten. Durch die IKA-Schaltung erreicht der TUBE COMPOSER sowohl im Studio- als auch im Live-Betrieb hervorragend musikalische Klangresultate.

Zusätzlich kann der TUBE COMPOSER mit Hilfe der Side Chain-Filterfunktion den Einfluss tieffrequenter Signalanteile auf die Regellogik einschränken, so dass hauptsächlich die für den Lautheitseindruck wesentlichen mittleren Frequenzbereiche den Kompressionsgrad bestimmen.

IRC (Interactive Ratio Control)-Expander

Ein grundlegendes Problem in der Anwendung eines Kompressors liegt im Umstand begründet, dass das Grundrauschen je nach Grad der eingestellten Kompression in leisen Passagen oder Musikpausen maximal verstärkt wird (Kompressoraufrauschen). Um dieses Problem zu eliminieren, bedient man sich in der Regel eines zusätzlichen Expanders oder Gates. Das Rauschen wird in den Pausen einfach ausgeblendet.

Einfache Expander jedoch, selbst wenn sie korrekt eingestellt werden, blenden Signale unterhalb der Arbeitsschwelle “unnatürlich” aus. Auffällig wird dieser Effekt im Übergang von Nutzsignal zu Störgeräusch. In extremen Fällen kann dies dazu führen, dass in einer Gesangsspur Wortanfänge oder -endungen abgeschnitten werden.

Im TUBE COMPOSER wurde ein neu entwickelter IRC (Interactive Ratio Control)-Expander integriert, dessen Ratio-Kennlinie sich in Abhängigkeit vom Programmmaterial automatisch verändert. Das Ergebnis ist ein Expander, der weniger kritisch einzustellen ist und gegenüber denjenigen Nutzsignalen toleranter verfährt, deren Pegel geringfügig über dem des Grundrauschens liegen. Die Expander/Gate-Sektion des BEHRINGER TUBE COMPOSER lässt sich aufgrund der neuen IRC-Schaltung als unabhängiges Gerät zur universellen Störgeräuschentfernung einsetzen und bietet dadurch nahezu unbegrenzte Anwendungsmöglichkeiten.

IGC (Interactive Gain Control)-Peak Limiter

Ein weiteres herausragendes Merkmal des BEHRINGER TUBE COMPOSER ist der IGC (Interactive Gain Control)-Limiter – eine intelligente Verknüpfung aus Clipper und Programm-Limiter. Oberhalb einer einstellbaren Schwelle setzt der Spitzenwertbegrenzer ein und begrenzt den Signalpegel radikal (Clipper). Wird die Schwelle des Limiters jedoch länger als einige Millisekunden überschritten, setzt die IGC-Schaltung automatisch ein und reduziert den Pegel des gesamten Ausgangssignals soweit, dass hörbare Verzerrungen nicht auftreten (Programm-Limiter). Nach Unterschreiten der Schwelle kehrt der Pegel des Signals nach einer Zeitdauer von ca. 1 Sekunde auf den ursprünglichen Wert zurück. Diese IGC-Einrichtung erweist sich als extrem wertvoll sowohl im Live-Betrieb (z. B. Lautsprecherschutz) als auch im Digitalbereich, wo das Überschreiten der maximalen Aussteuergrenze fatale Folgen hat.

Die Röhre im TUBE COMPOSER

Im TUBE COMPOSER kommen 2 selektierte Röhren des Typs 12AX7 / ECC83 zum Einsatz. Diese in Triodenbauweise gefertigten Exemplare zeichnen sich durch einen großen Dynamikbereich und extreme Unempfindlichkeit gegenüber Umgebungsschall aus (manche Röhren werden durch Luftschall zum Schwingen angeregt). Bedingt durch ihre mechanische Robustheit und überdurchschnittliche Lebensdauer ist sie eine der zuverlässigsten und meistverkauften Vorstufenröhren auf dem Markt. Das garantiert Ihnen über viele Jahre hinweg die Verfügbarkeit dieses Modells.

Das Sicherheits-Relais

In das Konzept des TUBE COMPOSER wurden sogenannte Sicherheits-Relais integriert, die das Gerät bei einem eventuellen Stromausfall oder einem Defekt in der Stromversorgung automatisch in den Bypass-Modus umschalten. Zudem dienen dieses Relais zur Einschaltverzögerung, um gefährliche Knackgeräusche im Einschaltvorgang zu unterdrücken.

1.2 Bevor Sie beginnen

Der TUBE COMPOSER wurde im Werk sorgfältig verpackt, um einen sicheren Transport zu gewährleisten. Weist der Karton trotzdem Beschädigungen auf, überprüfen Sie bitte sofort das Gerät auf äußere Schäden.

☞ **Schicken Sie das Gerät bei eventuellen Beschädigungen NICHT an uns zurück, sondern benachrichtigen Sie unbedingt zuerst den Händler und das Transportunternehmen, da sonst jeglicher Schadenersatzanspruch erlöschen kann.**

Der TUBE COMPOSER benötigt zwei Höheneinheiten (2 HE) für den Einbau in ein 19-Zoll-Rack. Bitte beachten Sie, dass Sie zusätzlich ca. 10 cm Einbautiefe für die rückwärtigen Anschlüsse frei lassen.

Sorgen Sie für eine ausreichende Luftzufuhr und stellen Sie den TUBE COMPOSER z. B. nicht auf eine Endstufe, um eine Überhitzung des Gerätes zu vermeiden.

☞ **Bevor Sie den TUBE COMPOSER mit dem Stromnetz verbinden, überprüfen Sie bitte sorgfältig, ob Ihr Gerät auf die richtige Versorgungsspannung eingestellt ist!**

Die Netzverbindung erfolgt über das mitgelieferte Netzkabel mit Kaltgeräteanschluss. Sie entspricht den erforderlichen Sicherheitsbestimmungen.

☞ **Beachten Sie bitte, dass alle Geräte unbedingt geerdet sein müssen. Zu Ihrem eigenen Schutz sollten Sie in keinem Fall die Erdung der Geräte bzw. der Netzkabel entfernen oder unwirksam machen.**

Weitere Informationen finden Sie in Kapitel 5 “INSTALLATION”.

Der BEHRINGER TUBE COMPOSER verfügt standardmäßig über elektronisch servo-symmetrierte Ein- und ausgänge. Das Schaltungskonzept weist eine automatische Brummunterdrückung bei symmetrischen

Signalen auf und ermöglicht einen problemlosen Betrieb selbst bei höchsten Pegeln. Extern induziertes Netzbrummen etc. wird so wirkungsvoll unterdrückt. Die ebenfalls automatisch arbeitende Servofunktion erkennt den Anschluss von unsymmetrischen Steckerbelegungen und stellt den Nominalpegel intern um, damit kein Pegelunterschied zwischen Ein- und Ausgangssignal auftritt (6 dB-Korrektur).

1.3 Bedienelemente

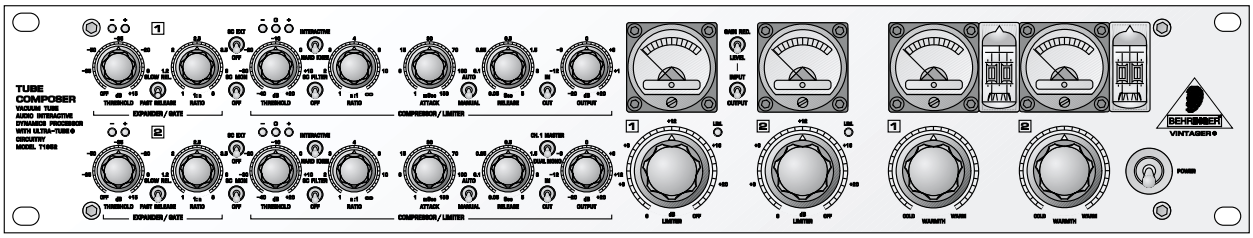


Abb. 1.1: Frontseite des TUBE COMPOSER

Der BEHRINGER TUBE COMPOSER weist zwei identisch aufgebaute Kanäle auf und verfügt pro Kanal über 7 Kippschalter, 9 Drehregler, 6 LEDs und 2 VU-Meter. Für den Stereobetrieb ist zusätzlich der CH 1 MASTER-Schalter vorgesehen.

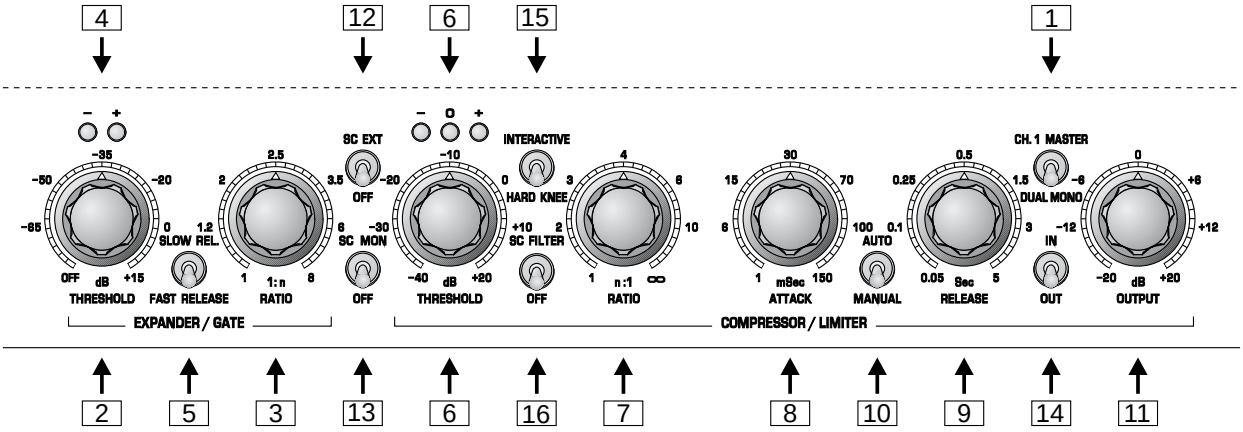


Abb. 1.2: Bedienungselemente der Expander/Gate- und Kompressorsektionen

1 Bei gedrücktem *CH 1 MASTER*-Schalter arbeitet der TUBE COMPOSER im Stereomodus, wobei Kanal 1 gleichzeitig die Steuerung beider Audiokanäle übernimmt, so dass das Steuersignal von Kanal 2 durch das von Kanal 1 ersetzt wird. Bei Aktivieren des CH 1 MASTER-Schalters werden daher mit Ausnahme der IN/OUT-, SC MON-, SC EXT- und SC FILTER-Schalter sowie des LIMITER- und WARMTH-Reglers alle Schalter und Regler von Kanal 2 außer Betrieb gesetzt. Die Regler von Kanal 1 übernehmen damit die Steuerung von Kanal 2.

2 Mit dem *THRESHOLD*-Regler bestimmen Sie die Pegelschwelle, unterhalb der die Expansion einsetzt. Der Einstellbereich liegt zwischen OFF und +15 dB. Über diesem Schwellwert passiert das Signal den Expander unverändert, unterhalb wird der Pegel entsprechend dem eingestellten RATIO-Wert zusätzlich abgesenkt. Stellen Sie diesen Regler bitte so ein, dass das Nutzsignal ungehindert passieren kann, Störgeräusche wie Übersprechen oder Aufrauschen aber ausgeblendet werden. Sie können die Einstellung des THRESHOLD-Reglers anhand der darüber befindlichen LEDs kontrollieren. Aufleuchten der "-"-LED signalisiert, dass die Threshold-Schwelle unterschritten ist und der Expander arbeitet. Leuchtet die "+"-LED, liegt der Signalpegel momentan über der eingestellten THRESHOLD-Schwelle und das Signal wird vom Expander nicht bearbeitet.

3 Der *RATIO*-Regler dient der Einstellung des Expansionsgrades bei Unterschreiten des Threshold-Wertes. Mit diesem Regler bestimmen Sie, ob das Gerät als Expander (niedrigerer Ratio-Wert) oder als Gate (1:8) arbeitet. Das Expansionsverhältnis ist im Bereich von 1:1 bis 1:8 einstellbar. Höhere RATIO-Werte haben eine “härtere”, umfassendere Unterdrückung unerwünschter Signalanteile zur Folge, kleinere RATIO-Werte führen zu einer sanfteren Korrektur.

4 Liegt ein Signal oberhalb des Threshold-Wertes an, so leuchtet die “+”-LED und das Signal kann ungehindert passieren. Mit Einsetzen der Expansion leuchtet die “-”-LED auf.

5 Um das Expander/Gate dem Programmmaterial optimal anzupassen, kann mit dem *SLOW REL./ FAST RELEASE*-Schalter zwischen einer langsamen (Slow) oder schnellen (Fast) Rücklaufzeit gewählt werden. In der oberen Schalterstellung arbeitet der Expander mit der langsamen Rücklaufzeit. Perkussives Klangmaterial mit wenig bzw. ohne Hallanteil wird in der Regel im Fast-Modus bearbeitet, wohingegen für langsam abklingende oder stark verhallte Signale vorzugsweise der Slow-Modus gewählt wird.

6 Mit dem *THRESHOLD*-Regler stellen Sie den Einsatzpunkt des Kompressors im Bereich von -40 bis +20 dB ein. Im Gegensatz zum Expander wirkt der Kompressor nicht unterhalb der eingestellten Threshold-Schwelle, sondern oberhalb. Signale, die momentan unterhalb des Thresholds liegen, können ungehindert passieren. Signale, die die eingestellte Threshold-Schwelle überschreiten, werden vom Kompressor bearbeitet. Dabei setzt die IKA (Interactice Knee Adaption) für Signale, die den Threshold-Punkt nur um bis zu 10 dB übersteigen, die Soft-Knee Charakteristik. Oberhalb des 10 dB-Bereiches geht die Regelcharakteristik in die konventionelle “Hard Knee”-Kompression über. Die drei *THRESHOLD*-LEDs zeigen an, ob das Eingangssignal unter oder über dem mittels THRESHOLD-Regler eingestellten Wert liegt. Die mittlere, gelbe LED kennzeichnet den IKA-“Soft Knee”-Bereich.

7 Der *RATIO*-Regler bestimmt das Verhältnis von Eingangs- zu Ausgangspegel für alle Signale, die den Threshold-Punkt um mehr als 10 dB überschreiten. Das Verhältnis kann stufenlos im Bereich von 1:1 bis ∞:1 eingestellt werden. Eine Einstellung von 1:1 führt zu keiner Kompression, Drehen im Uhrzeigersinn macht die Regelung immer härter, bis schließlich bei einer Einstellung von ∞:1 der Kompressor als Limiter arbeitet.

8 Der *ATTACK*-Regler bestimmt die Zeit, die der Kompressor benötigt, um auf Signale zu reagieren, die den Threshold-Punkt überschreiten. Der Bereich umfasst 1 bis 150 Millisekunden. Benutzen Sie kürzere ATTACK-Zeiten für einen schnellen, härteren Einsatz wie er bei perkussiven Instrumenten gefordert wird und langsamere ATTACK-Zeiten für eine weiche, unhörbare Kompression.

9 Der *RELEASE*-Regler bestimmt die Zeit, die der Kompressor nach Unterschreiten des Threshold-Punktes benötigt, um den ursprünglichen Pegel wieder zu erreichen. Der Bereich umfasst 0,05 bis 5 Sekunden. Benutzen Sie bitte kürzere Werte, um eine effektive Kompression zu erzielen und längere, um das typische Kompressor-“Pumpen” zu vermeiden.

☞ **Eine zu lang eingestellte RELEASE-Zeit führt unter Umständen dazu, dass der Kompressor nur dauerhaft das Signal dämpft, ohne dass das Signal komprimiert wird. Für eine effektive Release-Zeit gilt: So kurz wie möglich, so lang wie nötig.**

10 Durch Aktivieren der Auto-Funktion mittels des *AUTO*-Schalters werden die ATTACK- und RELEASE-Regler außer Betrieb gesetzt und die Attack- und Release-Zeiten automatisch aus dem Programmmaterial abgeleitet. Diese Funktion ermöglicht eine große und zugleich musikalische Verdichtung für Signale mit stark variierenden Pegeln und eine Kompression von komplexem Programmmaterial. Nur in der Stellung “Manual” gelten die eingestellten Attack- und Release-Zeiten.

11 Der *OUTPUT*-Regler ermöglicht das Anheben bzw. Absenken des Ausgangssignals um max. 20 dB. Damit lässt sich ein Pegelverlust durch den Kompressions- bzw. Limitierungsvorgang ausgleichen. Vergleichen Sie nach der Einstellung des Kompressors den Pegel des Eingangs- mit dem des Ausgangssignals mittels des Schalters 19 und des VU-Meters 17. Stellen Sie dann den OUTPUT-Regler so ein, dass beide Signale den selben Spitzenpegel hervorrufen. Der durchschnittliche Energiegehalt und damit die subjektive Lautstärke sind beim komprimierten Signal dann höher als beim unkomprimierten.

☞ **Beachten Sie bitte beim Einstellen des LIMITER-Reglers der Peak Limiter-Sektion, dass die OUTPUT-Pegelregelung der Kompressorsektion VOR der Peak Limiter-Sektion erfolgt. Eine zu hohe OUTPUT-Regler-Stellung kann daher zu einem ständigen Ansprechen des Peak Limiters führen (siehe Element 20 “LIMITER-Regler” der Peak Limiter-Sektion).**

12 Ist der *SC EXT*-Schalter aktiviert, werden die Regelvorgänge im TUBE COMPOSER nicht mehr vom Audiosignal gesteuert, sondern von dem an der SC RET.-Buchse anliegenden Signal. Die normale Anwendung für diese Funktion ist es, zwischen SC SEND-Ausgang und SC RET.-Eingang einen Equalizer anzuschließen, um so den TUBE COMPOSER frequenzselektiv arbeiten zu lassen.

13 Mit dem *SC MON*-Schalter wird eine Verbindung zwischen dem Side Chain-Eingangssignal und dem Audioausgang hergestellt, wobei gleichzeitig das Audioeingangssignal stummgeschaltet wird. Diese Vorrichtung erlaubt das Vorhören des Side Chain-Signals, z. B. in Verbindung mit einem eingeschleiften Equalizer oder anderen in den Side Chain-Kanal eingeschleiften Geräten. Die SC MON-Funktion erleichtert so z. B. die Abstimmung der Equalizer-Filter.

☞ **Bitte beachten Sie, dass mit dem Aktivieren des SC Mon-Schalters die Audiofunktion des Kanals außer Betrieb gesetzt wird.**

14 Mit dem *IN/OUT*-Schalter wird das Relais aktiviert und der entsprechende Kanal in Betrieb genommen. Der Schalter stellt eine sogenannte “Hard Bypass”-Funktion dar, d. h. in der nichtgedrückten Schalterstellung (Out) oder wenn das Gerät vom Netz getrennt ist, wird die Eingangsbuchse direkt mit der Ausgangsbuchse verbunden. Der Schalter wird in der Regel benutzt, um einen direkten A/B-Vergleich, d. h. einen Hörvergleich zwischen dem unbearbeiteten und dem komprimierten bzw. limitierten Signal zu ermöglichen.

15 Durch Betätigen des *INTERACTIVE*-Schalters können Sie von der IKA- auf die “HARD KNEE”-Charakteristik umschalten. Die IKA-Charakteristik bietet eine sehr unauffällige, musikalische Programmverdichtung und sollte deshalb gewählt werden, wenn ein hörbarer Kompressionseffekt nicht gewünscht ist. Die HARD KNEE-Charakteristik ist für die kompromisslose Pegelmaximierung zuständig.

16 Der *SC FILTER*-Schalter aktiviert ein Hochpassfilter im Side Chain-Weg und begrenzt damit den Einfluss der tiefen Frequenzen auf das Regelverhalten des TUBE COMPOSER. Benutzen Sie diesen Schalter, um das vielen handelsüblichen Kompressoren charakteristische “dumpfe” Klangbild zu vermeiden. Beachten Sie, dass der SC FILTER sowohl auf den Kompressor als auch auf den Expander wirkt.

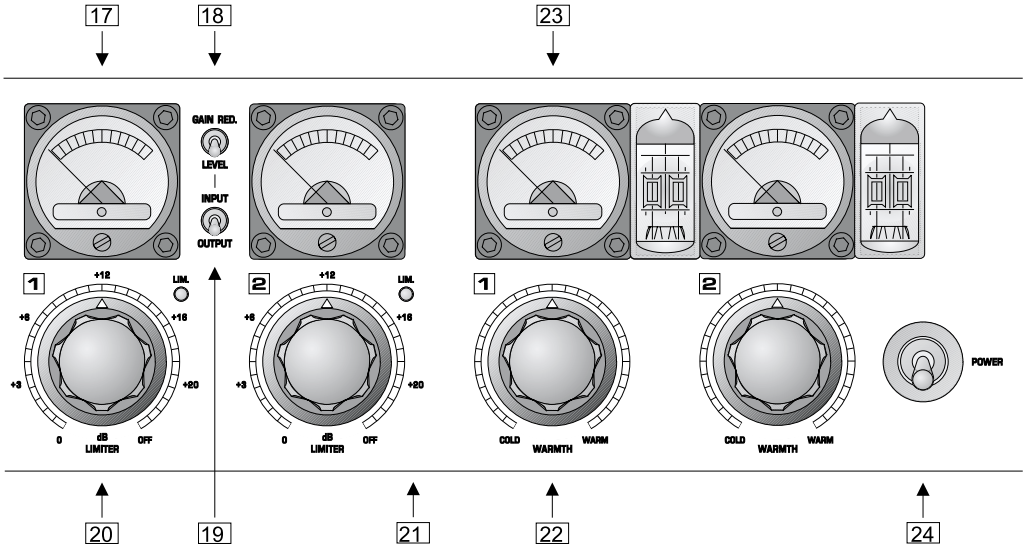


Abb. 1.3: Bedienungselemente der Peak Limiter- und Röhrensektionen

17 Die *VU-METER* geben entweder Aufschluss über die aktuelle Pegelminderung durch den Kompressionsvorgang im Bereich von 1 bis 30 dB oder den Ein- bzw. Ausgangspegel im Bereich von -30 bis +10 dB. Die Kalibrierung der Anzeige bezieht sich auf den mittels OPERATING LEVEL-Schalter gewählten Arbeitspegel von -10 dBV oder +4 dBu. Die Umschaltung zwischen den Anzeigemodi erfolgt mittels der zwischen den beiden VU-Metern liegenden Schalter.

18 Der *GAIN RED/LEVEL*-Schalter bestimmt, ob die oben beschriebenen VU-Meter die Pegelminderung des Kompressionsvorganges oder den Ein- bzw. Ausgangspegel anzeigt. Die Auswahl Ein- oder Ausgangspegel erfolgt mit dem darunter liegenden Schalter. Benutzen Sie die Einstellung GAIN RED, um dem Kompressor bei der Arbeit zuzuschauen und die LEVEL-Einstellung, um Eingangs- und Ausgangspegel des TUBE COMPOSER einzustellen.

19 Steht der Schalter 18 in der Position LEVEL, so kann man mit dem *INPUT/OUTPUT*-Schalter zwischen der Anzeige des Eingangs- und Ausgangspegels wählen. Benutzen Sie diesen Schalter, um den Eingangs- und Ausgangspegel zu vergleichen. Bei Unterschieden empfielt es sich, den Ausgangspegel mittels des OUTPUT-Reglers nachzujustieren.

20 Mittels der *LIMITER*-Regler kann das Signal auf einen einstellbaren Pegel begrenzt werden. Aufgrund seiner extrem schnellen Ansprechzeit (“Zero”-Attack) ist der Peak Limiter (Spitzenwertbegrenzer) des TUBE COMPOSER in der Lage, Signalspitzen ohne hörbare Verzerrungen zu begrenzen. Wird das Signal über eine Zeitdauer von länger als 20 ms limitiert, so wird der Gesamtpegel für die Dauer von ca. 1 Sekunde abgesenkt, um starke und damit hörbare Signalverzerrungen zu vermeiden.

☞ **Wird der Peak Limiter als Schutzeinrichtung vor Pegelspitzen eingesetzt, sollte der LIMITER-Regler in Verbindung mit dem OUTPUT-Regler der Kompressorsektion in der Weise eingestellt werden, dass der Peak Limiter selten oder überhaupt nicht anspricht, so dass nur eigentliche Pegelspitzen zum Ansprechen des Limiters führen. Um kreative Klangeffekte zu erzielen, kann der Peak Limiter aber auch bewusst in die Begrenzung gefahren werden.**

21 Mit Einsetzen der Limiter-Funktion leuchten die *LIM*-LEDs des jeweiligen Kanals auf.

22 Mit den *WARMTH*-Reglern kann der Anteil an Obertönen bestimmt werden, der dem Originalsignal durch die UTC-Stufe hinzuaddiert wird. Mit diesen Reglern können Sie einstellen, wieviel Röhrenklang (“Wärme”) Sie dem Signal hinzufügen wollen.

23 Die *WARMTH*-Meter zeigen den Grad an hinzugefügten Harmonischen. Anhand dieser Anzeigen erkennen Sie schnell den Anteil der hinzugefügten Obertöne am Gesamtsignal.

24 Mit dem *POWER*-Schalter wird der TUBE COMPOSER in Betrieb genommen. Ist das Gerät ausgeschaltet, wird automatisch der Bypass-Modus aktiviert. Das Eingangssignal wird ohne Bearbeitung direkt an den Ausgang durchgeschliffen.

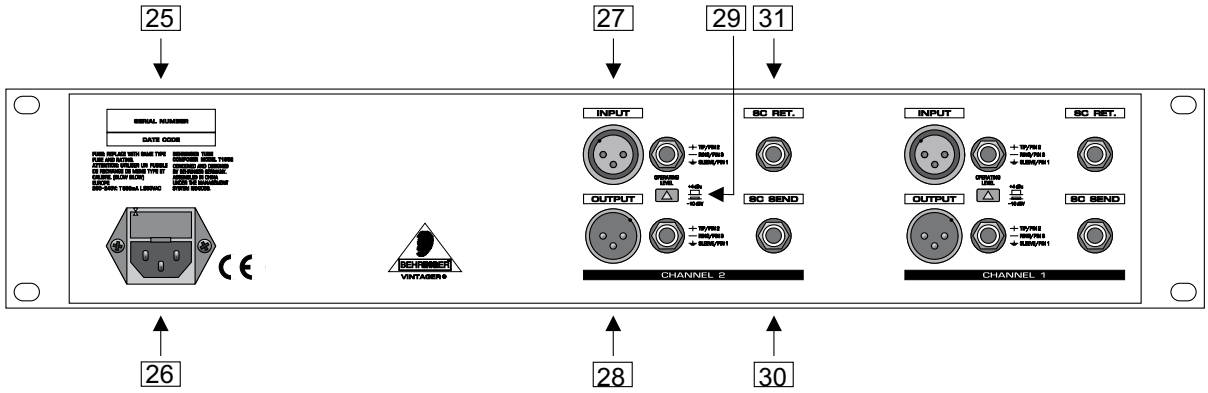


Abb. 1.4: Rückseitige Elemente des TUBE COMPOSER

25 *SERIENNUMMER*. Nehmen Sie sich bitte die Zeit und senden Sie uns die komplett ausgefüllte Garantiekarte innerhalb von 14 Tagen nach Kaufdatum zu, da Sie sonst Ihren erweiterten Garantieanspruch verlieren. Alternativ ist auch eine Online-Registrierung über unsere Internet-Seite (www.behringer.com) möglich.

26 *SICHERUNGSHALTER / SPANNUNGSWAHL*. Bevor Sie das Gerät mit dem Netz verbinden, überprüfen Sie bitte, ob die Spannungsanzeige mit Ihrer lokalen Netzspannung übereinstimmt. Beim Ersetzen der Sicherung sollten Sie unbedingt den gleichen Typ verwenden. Bei manchen Geräten kann der Sicherungshalter in zwei Positionen eingesetzt werden, um zwischen 230 V und 115 V umzuschalten. Beachten Sie bitte: Wenn Sie ein Gerät außerhalb Europas auf 115 V betreiben wollen, muss ein größerer Sicherungswert eingesetzt werden (siehe Kapitel 6 “TECHNISCHE DATEN”). Die Netzverbindung erfolgt über die *IEC-KALTGERÄTEBUCHSE*. Ein passendes Netzkabel gehört zum Lieferumfang.

27 Die *AUDIO IN*-Buchsen sind die Audioeingänge des TUBE COMPOSER. Sie sind als symmetrische 6,3 mm Klinken- und XLR-Buchsen ausgeführt. Sowohl an die XLR-Buchse als auch an die Klinkenbuchse können unsymmetrische und symmetrische Quellen angeschlossen werden. Bitte beachten Sie bei unsymmetrischer Leitungsführung die Hinweise in Kapitel 5 “INSTALLATION”.

28 Die *AUDIO OUT*-Buchsen sind die Audioausgänge des TUBE COMPOSER. Die jeweils zusammengehörenden Klinken- und XLR-Buchsen sind parallel verdrahtet. Die automatisch arbeitende Servofunktion erkennt den Anschluss von unsymmetrischen Steckerbelegungen und stellt den Nominalpegel intern um, damit kein Pegelunterschied zwischen Ein- und Ausgangssignal auftritt (6 dB-Korrektur). Die Ausgänge können durch Nachrüsten des optionalen Ausgangsübertragers OT-1 trafosymmetriert werden.

29 Mit den *OPERATING LEVEL*-Schaltern können Sie den TUBE COMPOSER optimal an verschiedene Arbeitspegel anpassen, d. h. zwischen dem Homerecording-Pegel (-10 dBV) und dem Studiopegel (+4 dBu) wählen. Durch diese Anpassung werden die Pegelanzeigen automatisch auf den jeweiligen Nominalpegel umgestellt und der TUBE COMPOSER im optimalen Arbeitsbereich betrieben.

30 Die *SC SEND*-Buchsen sind die unsymmetrischen Side Chain-Ausgänge. Durch diesen Nebenweg kann das Audiosignal zur externen Bearbeitung herausgeführt werden.

31 Die *SC RETURN*-Buchsen sind die unsymmetrischen Side Chain-Eingänge, an denen ein externes (bearbeitetes) Steuersignal zurückgeführt werden kann. Bitte beachten Sie, dass es sich bei diesen Eingängen um reine Steuereingänge handelt. Die unsymmetrische Beschaltung stellt demnach für Ihr Audiosignal keine Gefahr dar.

2. BEDIENUNG

In diesem Abschnitt wird die grundsätzliche Bedienung des BEHRINGER TUBE COMPOSER behandelt. Ausgehend davon lassen sich die meisten Dynamikprobleme lösen. Nehmen Sie sich bitte auch die Zeit, die darauf folgenden Anwendungsbeispiele in Kap. 3 ausführlich zu studieren, um in Zukunft die umfangreichen Möglichkeiten des Gerätes optimal nutzen zu können.

Der TUBE COMPOSER kann sowohl zwei unabhängige Monosignale bearbeiten als auch Stereosignale. Für Stereosignale empfielt es sich, beide Kanäle mit Hilfe des CH. 1 MASTER/DUAL MONO-Schalters 1 zu verkoppeln. In der Stellung “CH. 1 MASTER” sind mit Ausnahme der IN/OUT-, SC MON-, SC EXT- und SC FILTER-Schalter sowie des LIMITER- und WARMTH-Reglers alle Schalter und Regler von Kanal 2 außer Betrieb gesetzt.

Hauptanwendungen

Prinzipiell lässt sich der BEHRINGER TUBE COMPOSER in vier Funktionsbereiche aufteilen:

1. Die EXPANDER/GATE-Sektion dient zur Entfernung von Störgeräuschen und zur Unterdrückung von Übersprechen in der Mehrkanaltechnik.
2. Die KOMPRESSOR-Sektion dient zur Verdichtung des Programmmaterials und zur Erzeugung von Spezialeffekten und Sounds, wie sie im Aufnahme- und Musikbereich üblich sind.
3. Die nachfolgende PEAK LIMITER-Sektion wurde zum Schutz von Lautsprecheranlagen, Bandmaschinen, Sendeleitungen etc. vor Übersteuerung und Überlastung konzipiert.
4. Die RÖHREN-Sektion fügt dem Audiosignal zusätzliche Obertöne hinzu und verleiht ihm damit einen lebendigen und warmen Klangcharakter.

2.1 Kompression/Leveling/Limiting/Clipping

Zunächst möchten wir Sie mit einigen wichtigen Begriffen und Zusammenhängen aus der Dynamikbearbeitung vertraut machen:

Kompression

Ein Kompressor wandelt eine große Dynamik in einen eingeschränkten Bereich um. Der Umfang der resultierenden Dynamik hängt von den THRESHOLD-, ATTACK-, RELEASE- und RATIO-Einstellungen ab. Da es einer der gewünschten Effekte eines Kompressors ist, niederpegelige Signale aufzuholen, wird die Threshold-Schwelle in der Regel tief angesetzt. Die “unhörbare” Kompression erfordert schnelle Attack- bzw. Release-Zeiten und geringe Kompressionsraten. Je schneller die Regelzeiten und je höher die Kompressionsraten

gewählt werden, um so größer ist der Effekt auf die kurzzeitige Dynamik. Dieser Umstand wird z. B. genutzt, um hörbare und kreative Klangeffekte zu erzielen.

Leveling

Die Leveling-Funktion wird eingesetzt, um den Ausgangspegel auf einem konstanten Niveau zu halten, d. h. um langfristige Eingangspegeländerungen auszugleichen, ohne dabei die kurzzeitige Dynamik einzuschränken. Die Threshold-Schwelle wird in der Regel tief angesetzt, damit auch niederpegelige Signale aufgeholt werden können. Die Leveling-Funktion weist langsame Attack- und Release-Zeiten in Verbindung mit einer hohen Ratio-Rate auf. Aufgrund der sehr langsamen Ansprechzeiten hat das Leveling keinen Einfluss auf Signalspitzen oder auf kurzzeitige Veränderungen des Durchschnittspegels.

Limiting

Die Limiting-Funktion weist eine schnelle Attack-Zeit, eine hohen Kompressionsgrad und eine Release-Zeit auf, die abhängig von der jeweiligen Anwendung und der gewünschten Klangvorstellung gewählt wird. Da es die Aufgabe eines Limiters ist, lediglich hohe Signalpegel zu begrenzen, wird der Threshold-Pegel zwangsläufig hoch angesetzt. Die Dynamik wird in Abhängigkeit von der Ratio-Einstellung und dem Grad des "Überfahrens" der Begrenzungsschwelle reduziert. Falls die Attack-Zeit über 20 ms beträgt, also darauf abgestimmt ist, den Durchschnittspegel zu kontrollieren, so spricht man von einem Programm-Limiter. Kurzzeitige Signalspitzen können in diesem Fall auch oberhalb des eingestellten Schwellwertes passieren. Wird die Attack-Zeit weiter auf unter 5 ms verkürzt, um auch Signalspitzen zu kontrollieren, wird diese Form des Limiters als Peak Limiter definiert.

Clipping

Im Gegensatz zu den beiden vorherigen Limiter-Arten, ist die Clipping-Funktion durch unendlich schnelle Regelzeiten und eine unendliche Kompressionsrate charakterisiert und stellt für alle Signale oberhalb einer bestimmten Schwelle eine absolut unüberwindbare Mauer ("Brickwall"-Limiting) dar. Die Clipping-Funktion schneidet die Signalspitzen oberhalb der Threshold-Schwelle radikal ab, ohne aber dabei die Amplitude der eigentlichen Signalform zu beeinträchtigen. Bei normaler Anwendung bleibt die Clipping-Funktion unhörbar und kann unter gewissen Umständen sogar zu einer Klangverbesserung führen, da durch das Abschneiden künstliche Obertöne erzeugt werden. Übermäßig angewendet, entstehen beim Clipping allerdings auffällige und zum Teil sehr harte Verzerrungen, die in extremer Form bis zu Rechteckschwingungen führen können. Dieser Effekt findet oft in Gitarrenverzerrern Anwendung.

2.2 Expander/Gate-Sektion

Einführung

Die Hauptaufgabe eines Expander/Gates ist es, unerwünschte Hintergrundgeräusche vom Nutzsignal zu trennen und "unhörbar" zu entfernen. Der TUBE COMPOSER arbeitet nach dem sogenannten Downward (Abwärts-) Prinzip: Er reduziert automatisch den Gesamtpegel für alle Signale unterhalb einer einstellbaren Schwelle und erweitert damit den Dynamikbereich des Programmmaterials. Der Expander kann daher als das Gegenteil eines Kompressor/Limiters betrachtet werden. Expander arbeiten meistens mit einer relativ flachen Ratio-Kennlinie, so dass das Signal kontinuierlich ausgeblendet wird. Noise Gates können dagegen als "High Ratio"-Expander betrachtet werden. Nach Unterschreiten der Schwelle schneiden sie das Signal radikal ab.

Der BEHRINGER TUBE COMPOSER verfügt über einen neu entwickelten IRC (Interactive Ratio Control)-Expander, dessen Ratio-Arbeitskennlinie sich in Abhängigkeit vom Programmmaterial automatisch verändert. Die Regelung herkömmlicher Expander setzt unterhalb des Threshold-Punktes abrupt ein und liefert meist unbefriedigende Ergebnisse, da das Einsetzen der Regelfunktion hörbar ist.

Der IRC-Expander des BEHRINGER TUBE COMPOSER weist dagegen eine weich einsetzende, interaktive, d. h. nichtlineare Kennlinie auf, die dem menschlichen Hörempfinden optimal angepasst ist. Kritische Nutzsignale im Bereich der Threshold-Schwelle werden mit einer geringen Expansionsrate bearbeitet, wohingegen im Pegel weiter abnehmende Störsignale (z. B. Grundrauschen) zu einer höheren Expansionsrate führen und dadurch stärker ausgeblendet werden.

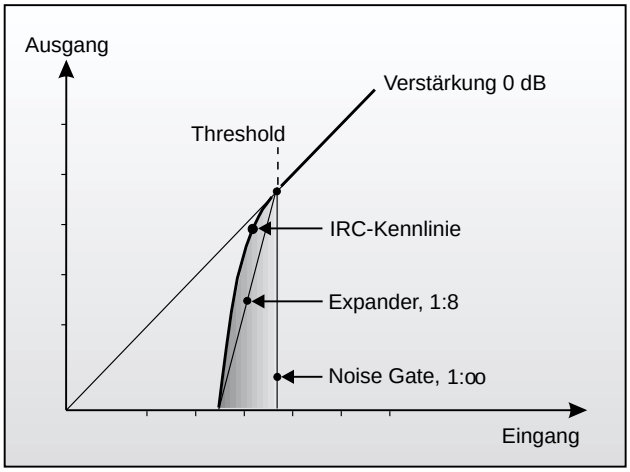


Abb. 2.1: IRC-Charakteristik der Expander/Gate-Sektion

Das Ergebnis ist eine Expansion, die weniger kritisch einzustellen ist und gegenüber Nutzsignalen toleranter verfährt, deren Pegel nur geringfügig über dem des Grundrauschens liegen. Das Einsetzen der Expansion erfolgt bei geringen Ratio-Einstellungen extrem “weich”, ohne dass die bekannten nachteiligen Effekte hörbar werden. Die Attack-Regelzeit des IRC-Expanders wird automatisch und programmabhängig eingestellt, d. h. extrem kurz für schnell wechselnde Signale und eher langsam für ausgeglicheneres Programmaterial. Da sich das Expander/Gate dem Programmmaterial selbst anpasst, werden Sie feststellen, dass mit der neuen IRC (Interactive Ratio Control)-Schaltung wesentlich bessere Resultate zu erzielen sind als mit herkömmlichen Expandern.

Grundeinstellung der Expander/Gate-Sektion

Stellen Sie die Bedienungselemente des TUBE COMPOSER zunächst gemäß folgender Tabelle ein, um alle Funktionen außer der Expander-Sektion abzuschalten.

Bedienungselement	Stellung
THRESHOLD-Regler der EXPANDER-Sektion	OFF
RELEASE-Schalter	SLOW REL.
RATIO-Regler der EXPANDER-Sektion	1:2
IN/OUT-Schalter	IN
SC EXT-Schalter	OFF
SC MON-Schalter	OFF
THRESHOLD-Regler der COMPRESSOR-Sektion	+20 dB
AUTO-Schalter	AUTO
OUTPUT-Regler	0 dB
LIMITER-Regler	OFF
WARMTH-Regler	COLD

Tab. 2.1: Grundeinstellung der Expander/Gate-Sektion

Beginnen Sie mit sehr niedrigen Threshold-Werten, so dass das gesamte Signal das Gerät ungehindert passieren kann. Drehen Sie nun den Regler im Uhrzeigersinn, bis alle Störgeräusche ausgeblendet werden und ausschließlich das gewünschte Instrument hörbar bleibt.

Um das Gerät dem Programmmaterial optimal anzupassen, kann zwischen einer langsamen (SLOW REL.) oder schnellen (FAST RELEASE) Rücklaufzeit des Expander/Gates gewählt werden. In der oberen Schalterstellung arbeitet das Gerät mit der langsamen Rücklaufzeit. Perkussives Klangmaterial mit wenig bzw. ohne Hallanteil wird in der Regel im Fast-Modus bearbeitet, wohingegen für langsam abklingende oder stark verhallte Signale vorzugsweise der Slow-Modus gewählt wird. Sie werden feststellen, dass für die akustische Trennung der meisten Schlagzeug-Sounds die schnelle Rücklaufzeit (Fast-Modus) vorzuziehen ist, während für Becken- und Tom-Instrumente in der Regel der Slow-Modus von Vorteil ist.

Mit dem RATIO-Regler wird das Verhältnis zwischen Eingangs- und Ausgangspegel für alle Signale bestimmt, die unterhalb des eingestellten Threshold-Wertes liegen. In Stellung 1:8 arbeitet der Expander als Gate, d. h.

Signale unterhalb des Thresholds werden nahezu ganz unterdrückt, die Stellung 1:1 ist die “Nullstellung”: Die Kurve verläuft linear, der Expander arbeitet nicht.

2.3 Kompressorsektion

Einführung

Die Aufgabe eines Kompressors ist es, den Dynamikbereich eines Programmmaterials zu reduzieren und das Pegelniveau zu kontrollieren. Die umfangreichen Bedienungselemente der Kompressorsektion ermöglichen eine große Vielfalt an Dynamikeffekten: Von der musikalischen und weichen Kompression über die Begrenzung von Signalspitzen, bis hin zur extremen und effektvollen Verdichtung der Gesamtdynamik.

Z. B. kann eine niedrige Ratio- und eine sehr niedrige Threshold-Einstellung benutzt werden, um eine weiche und musikalische Verdichtung der gesamten Dynamik des Programmmaterials zu erzielen. Höhere Ratio-Werte in Verbindung mit einer niedrigen Threshold-Einstellung bewirken eine relativ konstante Lautstärke (Leveling) für Instrumente und Gesang. Hohe Threshold-Werte dienen im allgemeinen zur Begrenzung des Gesamtpegels eines Programms. Ratio-Werte größer als 6:1 verhindern effektiv, dass der Ausgangspegel den Threshold-Wert bedeutend überschreitet (vorausgesetzt, der OUTPUT-Regler befindet sich in der Stellung 0 dB).

Beachten Sie bitte, dass die Kompression des gesamten Programmmaterials (durch niedrige Threshold-Einstellung bedingt) bei höheren Ratio-Einstellungen weniger natürlich klingt. Ratio-Einstellungen im Bereich von 3:1 und niedriger reduzieren die Dynamik in einem geringeren Maß und werden oft benutzt, um den Klang einer Bassgitarre, einer Snare Drum oder von Gesangsstimmen zu komprimieren. Gefühlvolle und gemäßigte Einstellungen werden in der Regel für Abmischungen und zur Pegel-Nivellierung des Programmmaterials im Rundfunkbereich verwendet.

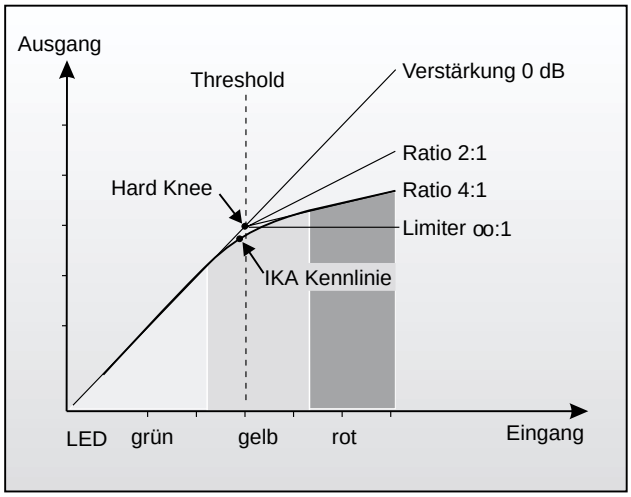


Abb. 2.2: IKA-Charakteristik der Kompressorsektion

Die neue IKA-Schaltung (“Interactive Knee Adaptation”) verhindert, dass eine starke Kompression bei hohen Ratio-Werten zu unnatürlich klingt. Dies wird durch eine interaktive Regelfunktion erzielt, die oberhalb der Threshold-Schwelle einsetzt und im Bereich von 10 dB eine weiche “Soft Knee”-Kurvenform aufweist. Oberhalb dieses Bereiches wird das Signal linear (mit der “Hard Knee”-Funktion) komprimiert.

☞ **Der Rechtsanschlag des THRESHOLD-Reglers entspricht einer Schwelle von +20 dB. Da dieser Wert in der Praxis nicht erreicht wird, kann damit die Kompressorsektion außer Kraft gesetzt werden, um nur mit dem Expander/Gate und dem Limiter zu arbeiten.**

Grundeinstellung der Kompressorsektion

Um die Einstellmöglichkeiten der Kompressorsektion kennenzulernen, empfielt es sich, folgende Grundkonfiguration einzustellen. Bitte behalten Sie die Expander-Einstellungen bei.

Bedienungselement	Stellung
IN/OUT-Schalter	IN
SC EXT-Schalter	OFF
SC MON-Schalter	OFF
INTERACTIVE/HARD KNEE-Schalter	INTERACTIVE
SC FILTER-Schalter	OFF
THRESHOLD-Regler der COMPRESSOR-Sektion	+20 dB
RATIO-Regler	3:1
AUTO-Schalter	AUTO
OUTPUT-Regler	0 dB
LIMITER-Regler	OFF
GAIN RED./LEVEL-Schalter	GAIN RED.
WARMTH-Regler	COLD

Tab. 2.2: Grundeinstellung der Kompressorsektion

Drehen Sie den THRESHOLD-Regler im Gegenuhrzeigersinn bis die Gain Reduction-Anzeige eine deutliche Pegelminderung anzeigt. Dieser Vorgang ist von einer hörbaren Lautstärkeminderung begleitet. Drehen Sie nun den OUTPUT-Regler im Uhrzeigersinn, bis der Pegelunterschied ausgeglichen ist. Der Pegel des unkomprimierten bzw. komprimierten Signals lässt sich anhand der INPUT/OUTPUT-Anzeige vergleichen: Bringen Sie den Schalter 18 in die Position LEVEL und schalten Sie mittels des INPUT/OUTPUT-Schalters 19 zwischen der Anzeige des Eingangs- und Ausgangspegels um.

Die abschließende Feinjustierung erfolgt gemäß Ihren Klangvorstellungen unter Einbeziehung der RATIO-, ATTACK- und RELEASE-Regler. Die AUTO-Funktion der Attack- und Release-Zeiten liefert eine programmabhängige Dynamiksteuerung, die den meisten Standardanwendungen gerecht wird. Ist eine “straffere” bzw. “offenere” Klangbearbeitung erwünscht, können die Attack- bzw. Release-Zeiten auch manuell eingestellt werden. Der geübte Anwender wird in der Lage sein, selbst im Bypass-Modus die Bedienungselemente nahezu optimal einzustellen, um unterbrechungsfrei in den Live-Betrieb einzusteigen.

Das SC-FILTER (Side Chain-Filter)

Kompressoren werden oft dafür verantwortlich gemacht, gleichzeitig mit der einsetzenden Dynamikregelung einen “dumpfen” Klang zu verursachen. Dieser Umstand soll näher untersucht werden: Bassfrequenzen beinhalten meist den größten Energieanteil eines Musikstückes und veranlassen daher zuerst den Kompressor, die gesamte Dynamik zu reduzieren. Verfügt das Musikmaterial neben den Bassfrequenzen gleichzeitig über hohes Frequenzmaterial, wird dieses ebenfalls im Pegel reduziert. Dies ist der Grund, warum in einer stark komprimierten Schlagzeugaufnahme Becken und Hi-Hats mit jedem lauten Schlag auf die Snare oder die Bass-Drum akustisch untergehen. Den gleichen Effekt erfahren besonders Hall- und Raumanteile.

Die Lösung für dieses grundlegende Problem ist üblicherweise, entweder die Kompressionsrate zu reduzieren oder die Attack-Zeit soweit zu verlangsamen, dass die Anstiegsflanken der hohen Frequenzen den Kompressor ungehindert passieren, bevor die Kompression einsetzt.

Der TUBE COMPOSER T1952 bietet Ihnen eine weitaus elegantere Lösung für das Problem. Mit Hilfe des SC FILTER-Schalters können Sie ein Hochpassfilter im Regelsignalweg des Kompressors aktivieren. Dieses sorgt dafür, dass mittlere und hohe Frequenzen einen stärkeren Einfluss bekommen oder anders ausgedrückt ein reines Basssignal weniger Kompression auslöst als ein gleich lautes Mitten/Höhensignal. Ein wesentlicher Vorteil dieses Verfahrens ist, dass der Frequenzgang des Gesamtsignals unterhalb der mit dem THRESHOLD-Regler eingestellten Schwelle nicht verändert wird.

Da in der populären Musik die Bass Drums und Bassgitarren meist schon individuell in der Dynamik bearbeitet werden, eignet sich das Side Chain-Filter ganz besonders für die Summenkompression im Mixdown. Mit seiner Hilfe lässt sich die Musik verdichten und die Lautheit erhöhen, ohne die eingangs beschriebenen Nachteile in Kauf nehmen zu müssen.

Die im TUBE COMPOSER integrierte Röhrensektion eignet sich übrigens hervorragend, einem in der Dynamik bearbeiteten Signal akustisch den letzten Schliff zu geben.

2.4 Die Peak Limiter-Sektion

Einführung

Unabhängig von allen anderen Reglerfunktionen eröffnet der Peak Limiter die Möglichkeit, den maximalen Spitzenpegel am Ausgang des TUBE COMPOSER zu begrenzen. Der Peak Limiter wurde für den Einsatz in Verbindung mit der Kompressorsektion konzipiert. Unabhängig von deren Funktion können Sie nachfolgende Geräte vor Signalspitzen, kurzzeitigen Überlastungen und Übermodulationen (Rundfunksender etc.) schützen.

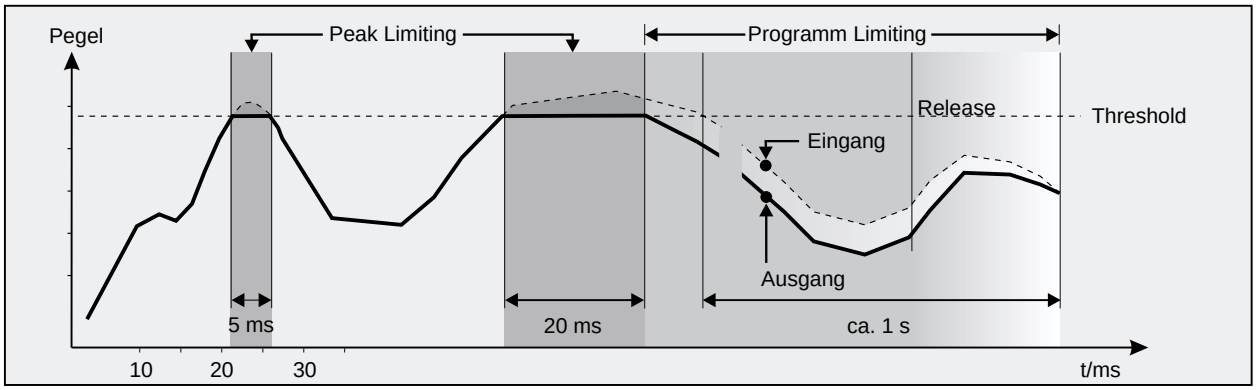


Abb. 2.3: IGC-Charakteristik der Limiter-Sektion

Anhand des Diagramms sehen Sie die Arbeitsweise des IGC-Limiters. Die fett durchgezogene Kurve kennzeichnet das Ausgangssignal, während die darüberliegende gestrichelte Kurve den Verlauf des Eingangssignals zeigt. Die zwischen den Kurven liegenden Flächen deuten das Maß der Pegelminderung an. Die dunklen Flächen stehen dabei für Clipping, d. h. die Signalspitzen werden radikal abgeschnitten und die hellere Fläche zeigt die Wirkung des Programm-Limiters. Dieser tritt in Kraft, wenn die eingestellte Schwelle länger als 20 ms überschritten wird, um das hörbare Clipping auf einen kurzen Moment zu begrenzen. Etwa eine Sekunde, nachdem die Schwelle wieder unterschritten wurde, ist die Abschwächung auf 0 dB zurückgegangen, das Ausgangssignal ist also wieder gleich dem Eingangssignal.

Grundeinstellung der Peak Limiter-Sektion

Am besten gehen Sie für das erste Kennenlernen der Peak-Limiter-Sektion von folgender Grundeinstellung aus. Ihre vorher eingestellten Kompressionsparameter lassen Sie bitte zunächst bestehen.

Bedienungselement	Stellung
IN/OUT-Schalter	IN
SC MON-Schalter	OFF
LIMITER-Regler	OFF
WARMTH-Regler	COLD

Tab. 2.3: Grundeinstellung der Peak Limiter-Sektion

Mit dem LIMITER-Regler des Peak Limiters wird die Pegelschwelle so festgelegt, dass nachfolgende Geräte sicher vor Übersteuerung geschützt sind. Leuchtet die LIM-LED in dieser Stellung häufig oder konstant auf, muss der OUTPUT-Regler der Kompressorsektion zurückgedreht werden, da dieser Regler den Pegel des Signals bestimmt, das auf den Peak Limiter gelangt.

Falls diese Maßnahme zu einer unerwünschten Minderung der Gesamtlautstärke führt, empfiehlt es sich, das Maß der Kompression zu erhöhen: Entweder wird die Threshold-Schwelle gesenkt oder die Kompressionsrate mittels RATIO-Regler erhöht. Mit dem OUTPUT-Regler wird danach die Pegelminderung erneut ausgeglichen.

2.5 Die Side Chain-Funktion

Der BEHRINGER TUBE COMPOSER bietet durch die Side Chain-Funktion eine äußerst nützliche externe Steuermöglichkeit. Normalerweise (SC EXT-Schalter OFF) wird die Regelschleife des TUBE COMPOSER

vom Audio-Signal gesteuert. Durch Aktivieren des SC EXT-Schalters kann die Steuerung aber auch von exteren Quellen übernommen werden. Der TUBE COMPOSER regelt dann das Audiosignal entsprechend dem Pegel, der am SC RET.-Eingang anliegt. Da am SC SEND-Ausgang immer das Eingangssignal des TUBE COMPOSER anliegt, kann man also zwischen SC SEND und SC RET. ein Effektgerät anschließen und so die Regelkreise des TUBE COMPOSER von einem speziell bearbeiteten Audiosignal steuern lassen. Eine weit verbreitete Anwendung besteht beispielsweise darin, die Ansprechschwelle eines Kompressors frequenzabhängig zu machen, indem ein graphischer oder parametrischer Equalizer in den Side Chain-Weg eingeschleift wird. Um die Threshold-Einstellung des TUBE COMPOSER beibehalten zu können, sollten unerwünschte Frequenzen bei einem eingeschleiften Equalizer abgeschwächt und ausgewählte Frequenzen im Pegel nicht verändert werden. Soll z. B. der Kompressor durch ein schmalbandiges Mittenfrequenzband gesteuert werden, empfiehlt sich das Absenken der Bass- und Höhenregler. Der Mittenregler verbleibt in der 0 dB-Stellung.

Achten Sie zur Vermeidung von Masseschleifen auf eine richtige Verkabelung bei netzbetriebenen Geräten, da die Side Chain-Ein- und Ausgänge unsymmetrisch beschaltet sind. Der Arbeitspegel externer Geräte muss Line-Pegel (-20 bis +10 dBu) aufweisen.

2.6 Röhrensektion

Im BEHRINGER TUBE COMPOSER kommt die neu entwickelte ULTRATUBE-Technologie zum Einsatz. Zwei Jahre intensiver Forschungsarbeit unserer Ingenieure machten eine derartige Entwicklung möglich. Die ULTRATUBE-Technologie überwindet die Probleme, die mit Röhrenschaltungen einhergehen (siehe Kapitel 4.5) und generiert schon bei geringen Pegeln die Obertöne, die Ihren Aufnahmen mehr Wärme und Druck verleihen.

Das im BEHRINGER TUBE COMPOSER eingebaute UTC-Röhren-Interface erlaubt mit dem WARMTH-Regler das definierte Addieren von Röhren-Sound. Drehen Sie den Regler feinfühlig im Uhrzeigersinn und erleben Sie, wie die UTC-Röhrenschaltung dem Klang zusätzliche, von der Röhre erzeugte Obertöne hinzufügt. Dies führt zu extrem musikalischen und transparenten Höhen und verleiht Ihren Aufnahmen mehr Wärme und Druck. Das WARMTH-Meter erlaubt dabei einen guten Überblick über das Maß an hinzugefügtem Röhren-Sound.

Oft verlieren Audiosignale bei zu starker Kompression an Präsenz und Lebendigkeit. Die Röhrensektion im TUBE COMPOSER wirkt dem entgegen und belebt das Klangmaterial. So verleiht die UTC-Schaltung z. B. perkussiven Instrumenten mehr Punch. Bei anderen, insbesondere obertonreichen, Instrumenten erhöht sich die Transparenz. Das Ausgangsmaterial gewinnt an Fülle und Brillanz. Man erhält eine bessere Tiefenstaffelung und kann dadurch einzelne Instrumente klarer orten. Eine Stimme gewinnt durch den Einsatz der Röhrenstufe an Präsenz und Volumen, ohne aber aufdringlich zu wirken. So wird die Stimme im Mix integriert. Bei synthetischen Sounds erhöht sich die Natürlichkeit, speziell MIDI-Gitarren-Sounds wirken realer als vor der Behandlung mit dem TUBE COMPOSER. So kann man Mischungen aktiv gestalten und die Feinheiten herausarbeiten. Dabei haben wir bei der Entwicklung des TUBE COMPOSER viel Wert auf die Musikalität des Gerätes gelegt.

3. ANWENDUNGEN

3.1 Anwendungen des TUBE COMPOSER bei der Tonaufnahme

3.1.1 Unterdrücken von Übersprechen in der Mehrkanaltechnik

Eine der häufigsten Anwendungen eines Expander/Gates liegt in der Unterdrückung von unerwünschtem Übersprechen einzelner Kanäle während des Aufnahme- bzw. Wiedergabevorganges. Speziell bei der Abnahme von akustischen Schlagzeuginstrumenten ist diese Anwendung sehr verbreitet, da dort die Mikrofone sehr nahe beieinander angeordnet sind. Der hohe Schalldruck der einzelnen Instrumente überspricht in alle benachbarten Mikrofone und führt neben Frequenzauslöschungen zu einem undefinierten Klang (Kammfiltereffekt). Es erweist sich daher als optimal, für jedes Schlagzeuginstrument ein separates Mikrofon einzusetzen, wobei jedes Mikrofon individuell “gegated” wird.

Schleifen Sie deshalb den BEHRINGER TUBE COMPOSER in den Aufnahmekanal z. B. der Snare ein und stellen Sie das Gerät so ein, dass es nur bei Schlägen auf die Snare reagiert. Jedes Mikrofon wird vorher optimal ausgerichtet, “abgehört” (siehe SC MON-Schalter) und die Threshold-Schwelle so eingestellt, dass der Schlagzeug-Sound akustisch sauber herausgetrennt wird, so, als würde das Instrument alleine gespielt.

Die optimale Arbeitsweise eines Expander/Gates hängt entscheidend von der Mikrofontechnik ab. Bedenken Sie, dass Sie alles daran setzen sollten, allein mit einer guten Mikrofontechnik die Trennung der Klangquellen zu erreichen. Das Expander/Gate ist sonst nicht in der Lage, eine klare akustische Trennung vorzunehmen.

Manchmal kann es notwendig sein, das Ansprechen des Expander/Gates auf tiefe Frequenzen (Rumpeln etc.) zu verhindern, insbesondere wenn der Sänger mit dem Mikrofonstativ auf der Bühne “herumrockt”. Für diese Anwendung ist es sinnvoll, den SC FILTER einzuschalten.

3.1.2 Der TUBE COMPOSER im Aufnahme- und Kopierbereich

Im Aufnahme- bzw. Kopierbereich sollte es immer das Ziel sein, eine optimale Aussteuerung des Aufnahmemediums zu erreichen. Unter- bzw. Übersteuerung führt zu Nebeneffekten wie Rauschen, Verzerrungen etc. Sowohl bei Endabmischungen, Mehrspuraufnahmen als auch im Kopierbereich sollte daher die ganze Aufmerksamkeit auf die Ausschöpfung der vollen Dynamik der Bandmaschine, des DAT-Rekorders etc. gerichtet werden. Prinzipiell lässt sich der Aufnahmepegel mittels Schieberegler laufend nachregeln, d. h. bei niedrigen Pegeln wird der Pegel angehoben, während hochpegelige Signale in ihrer Amplitude reduziert werden. Es ist offensichtlich, dass diese Methode unzulänglich ist, da besonders in einer Live-Aufnahme die zu erwartenden Signalpegel nicht vorherzusehen sind. Besonders bei Mehrspuraufnahmen, die unter hektischen Bedingungen “gefahren” werden, können die Signalpegel der jeweiligen Kanäle nicht gleichzeitig überwacht und geregelt werden. Mit der manuellen Regelmethode lassen sich daher meist keine befriedigenden Aufnahmeergebnisse erzielen.

Ein automatisches Regelungssystem führt zu besseren und konstanteren Resultaten. Setzen Sie deshalb den TUBE COMPOSER ausgehend von der bekannten Grundeinstellung ein, und nutzen Sie dessen Dynamikregelfunktionen, um sowohl eine analoge als auch eine digitale Aufnahme rausch- und verzerrungsfrei bis an die Grenze der maximalen Aussteuerung “fahren” zu können.

3.1.3 Der TUBE COMPOSER bei digitalen Aufnahmen und beim Sampling

Im Analogbereich führt eine untersteuerte Aufnahme zu einem erhöhten Rauschpegel, eine Übersteuerung einer Bandmaschine zu einem komprimierten bzw. “gepressten” Klang und in extremen Fällen zu Verzerrungen durch Bandsättigung. Im Digitalbereich dagegen entstehen extrem hörbare Nebeneffekte: Ein untersteuertes Aufnahmemedium verliert mit abnehmendem Signalpegel an Auflösung: Die Aufnahme klingt “rauh” und verliert an Atmosphäre. Bei Übersteuerung klingt die Aufnahme dagegen “hart” und stark verzerrt. Um dies zu vermeiden, wird der Peak Limiter des TUBE COMPOSER als Spitzenwertbegrenzer z. B. vor dem Sampler eingesetzt. Durch diesen Prozess lässt sich eine digitale Aufnahme oder ein Sampling-Vorgang optimal und problemlos aussteuern. Die Röhrenstufe des TUBE COMPOSER kann dafür verwendet werden, den kalten und sterilen Klangcharakter eines digitalen Mehrspursystems durch Hinzufügen von zusätzlichen Harmonischen homogener und lebendiger zu gestalten.

3.1.4 Entrauschen von Effektwegen

Eine der meist übersehenen Rauschquellen in einem Aufnahmesystem ist das Effekt-Rack. Die Preise von Hall- bzw. Multieffektgeräten etc. sind in den letzten Jahren drastisch gefallen, so dass diese Geräte heute zur allgemeinen Ausrüstung selbst in kleinen Studios und Homerecording-Einrichtungen gehören. Mit einer zunehmenden Anzahl von Geräten nimmt aber auch der Störsignalpegel drastisch zu, so dass die Freude über den gewonnenen Klangeffekt schnell getrübt wird.

Schleifen Sie deshalb den TUBE COMPOSER als letztes Gerät in den Effektweg ein und nutzen Sie die rauschmindernde Funktion der Expander/Gate-Sektion. Um den natürlichen Nachhall zu erhalten, empfiehlt sich für den Betrieb eine langsame Release-Zeit.

3.2 Anwendung des TUBE COMPOSER in der Beschallung

3.2.1 Verminderung von Übersprechen bei Bühnenmikrofonen

Speziell im Live- oder Bühnenbetrieb und in der Multimikrofonie bieten sich für den TUBE COMPOSER viele Anwendungsmöglichkeiten: Das maßvoll und gezielt eingesetzte Expander/Gate kann Hintergrundgeräusche und das Übersprechen von Mikrofonen wirksam unterdrücken, ohne dabei unerwünschte Nebeneffekte zu erzeugen.

Eine typische Anwendung des Expander/Gates liegt in der Bearbeitung von Gesangsspuren. Speziell mit dem Einsatz eines Kompressors wird der Mikrofonabstand zum Sänger äußerst kritisch: Mit zunehmendem Abstand werden störende Hintergrundgeräusche vermehrt übertragen. Nutzen Sie deshalb die Expander/Gate-Funktion im SLOW REL.-Modus, um in Gesangspausen unerwünschte Störgeräusche “unhörbar” auszublenden. In Live-Anwendungen kann z. B. das Übersprechen von Schlagzeug- in Klavierspuren unterdrückt oder eine Aufnahme von anderen akustischen “Verschmutzungen” bereinigt werden.

3.2.2 Verminderung der Rückkopplung von Bühnenmikrofonen

Wenn ein Sänger in sein Bühnenmikrofon hineinsingt, werden Hintergrundgeräusche überdeckt und somit nicht wahrgenommen. In einer Gesangspause aber überträgt das Mikrofon die Geräusche der P.A.-Anlage und der Monitorlautsprecher, was zu unangenehmem Feedback-Pfeifen führen kann.

Wird der TUBE COMPOSER in den Gesangskanal eingeschleift und so eingestellt, dass er bei Nichtbenutzung des Mikrofons den Kanal stummschaltet, so wird die Rückkopplungsneigung stark eingeschränkt. Prinzipiell sollten daher alle Bühnenmikrofone in diese Anwendung einbezogen werden.

3.2.3 Der TUBE COMPOSER als Schutzeinrichtung im Beschallungsbereich

Verzerrungen haben ihre Ursache meist in der Überlastung von Verstärkern und Lautsprechern, wobei Signale durch sogenanntes “Clipping” in der Amplitude hart begrenzt werden. “Clipping” bedeutet, dass alle Signalspitzen, die über der maximal möglichen Spannung liegen, abgeschnitten werden, was zu unangenehmen und für Lautsprecher gefährlichen Verzerrungen führt.

Neben der Gefahr der lang andauernden Überbelastung (thermische Überlastung), kann ein Lautsprecher auch durch kurzzeitige, aber energiereiche Impulse, wie sie z. B. durch das Fallen des Mikrofons auf den Bühnenboden auftreten, beschädigt werden. Vor Schäden solcher Art können Sie Ihr P.A.-System durch den Einsatz des TUBE COMPOSER schützen.

Stellen Sie den LIMITER-Regler so ein, dass bei Signalspitzen die Clip-Anzeigen Ihres Leistungsverstärkers gerade nicht leuchten. So ist Ihr Verstärker vor Übersteuerungen geschützt, indem Signalspitzen durch den IGC-Peak Limiter des TUBE COMPOSER abgefangen werden. Aber eine solche Einstellung ist nicht nur Schutzmaßnahme: Sie können auch die Leistung Ihrer Anlage besser ausnutzen: Oft wird nämlich die maximale Leistung nicht abgegeben, weil die Verstärker vorher durch Signalspitzen übersteuert werden. Werden diese Signalspitzen durch den TUBE COMPOSER entfernt, so können Sie die volle Leistung aus Ihrer Anlage holen! Schon eine durchschnittliche Pegelerhöhung von 3 dB, die durch den TUBE COMPOSER leicht zu erreichen ist, erhöht die abgegebene Leistung auf das doppelte!

Schutz einer Anlage mit passiver Frequenzweiche

Besitzt Ihre Übertragungsanlage eine passive Frequenzweiche (in der Lautsprecherbox integriert), so schleifen Sie den BEHRINGER TUBE COMPOSER zwischen Mischpultausgang und Endverstärker ein. Er wird als letztes Glied vor der Endstufe eingesetzt. Damit verhindern Sie wirkungsvoll den technischen K.O. des Hoch/Mitteltonzweiges durch energiereiche Bässe! Diese zunächst paradox erscheinende Behauptung erklärt sich daraus, dass gerade tiefe Frequenzen mit hohen Amplituden, die Netzteile der Endstufen überlasten können. Das dadurch hervorgerufene Clipping (Abkappen der Signalspitzen) erzeugt enegiereiche Klirrprodukte (Obertöne), die sich zu den Mittel-/Hochton-Signalanteilen addieren. Aus diesem Grund ist es besonders bei “schwachen” Endstufen wichtig, die Eingangsdynamik durch einen Limiter zu begrenzen.

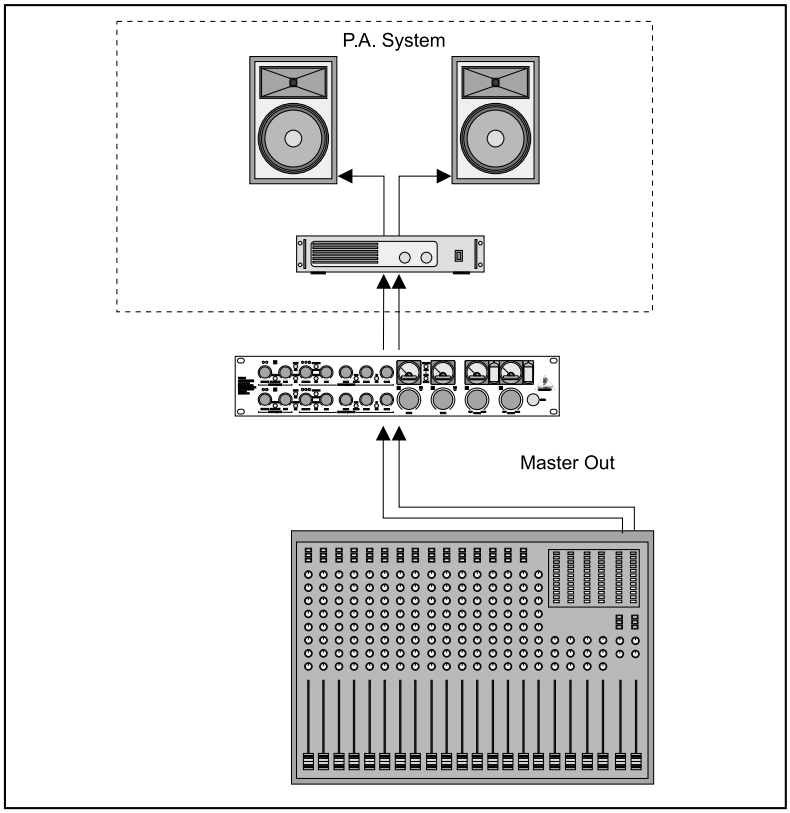


Abb. 3.1: Der TUBE COMPOSER als Schutzeinrichtung passiver Anlagen

Schutz einer Anlage mit aktiver Frequenzweiche

Bei Anlagen mit elektronischen Frequenzweichen schließen Sie den BEHRINGER TUBE COMPOSER am besten zwischen Mischpultausgang und Frequenzweicheneingang an. So wirkt der BEHRINGER TUBE COMPOSER auf den gesamten Frequenzbereich.

☞ **Beachten Sie bitte, dass Sie in aktiven Beschallungsanlagen mit 2, 3 oder gar 4 Wegen zwischen Frequenzweiche und Endstufen zweckmäßigerweise zusätzlich einen Vielkanal-Limiter wie den BEHRINGER MULTICOM PRO MDX4400 einsetzen.**

3.2.4 Klangverbesserung einer Prozessoranlage

Mit einer aktive Frequenzweiche kann man das Frequenzspektrum in verschiedene Bänder unterteilen und den Frequenzgang und die Laufzeiten der einzelnen Bänder für die angeschlossenen Lautsprecher optimal einstellen. Eine Prozessoranlage enthält neben der Frequenzweiche auch Regelschaltkreise, die die angeschlossenen Lautsprecher überwachen und die Ausgangsdynamik dem Programmmaterial anpassen. Diese Maßnahme verhindert eine Übersteuerung der nachfolgenden Endstufe bzw. eine Zerstörung der Lautsprecher durch Überlastung. In vielen Fällen führt diese Funktion aber eher zu einer Beeinträchtigung als zu einer Verbesserung der Übertragungsqualität, da die Limitierung einzelner Bänder natürlich auch Frequenzgang- und damit Klangveränderungen zur Folge hat. Wird der TUBE COMPOSER vor das Prozessorsystem geschaltet, so können Signalspitzen im Vorfeld begrenzt werden, bevor sie die Limiter der Prozessoranlage erreichen. Die Übertragungsqualität bleibt so natürlicher und frei von Nebeneffekten aufgrund des Ansprechens der Schutzschaltungen in der Prozessoranlage.

3.3 Der TUBE COMPOSER als Klangeffektgerät

Der kreative Einsatz der Expander/Gate-Sektion

Das Expander/Gate können Sie auch zur Veränderung von Klangcharakteristika einsetzen. So kann z. B. die Qualität des Raumhalls oder der Raumeindruck von Instrumenten verändert werden: Mit dem Ausklingen eines Instrumentes unterschreitet der Nachhall des Instruments die einstellbare Threshold-Schwelle. Je nach eingestelltem Schwellenniveau und gewählter Release-Zeit lässt sich die Länge des Nachklangs steuern.

Die umschaltbare Release-Zeit ermöglicht Ihnen, die Ausklingkurve der Instrumente so nachzubilden, dass der Charakter des Instrumentes erhalten bleibt: Experimentieren Sie, indem Sie den Ausklang eines Signals unterschiedlich verändern: Im Slow-Modus wird das Signal weich ausgeblendet, im Fast-Modus kann der Nachklang vollständig entfernt werden.

Der kreative Einsatz des Kompressors

In den frühen 60er Jahren begannen Musiker nach neuen Sounds zu suchen. Man kam auf die Idee, den sonst unerwünschten Effekt des "Pumpens" billiger Kompressoren zu benutzen, um neue Klangeffekte zu erzielen. Effekte, die den Grundstein für Sounds lieferten, die selbst aus der heutigen Musik nicht mehr wegzudenken sind. Dabei stand das Hörbarmachen der Regelvorgänge im Vordergrund und das Begrenzen der Dynamik war nur zweitrangig.

Der BEHRINGER TUBE COMPOSER ist aufgrund seiner flexiblen Möglichkeiten auch für diesen Anwendungsfall geeignet. Mittels "extremer" Einstellungen lassen sich Klangeffekte dieser Art realisieren. Dazu wird die Einsatzschwelle des THRESHOLD-Reglers niedrig angesetzt, der RATIO-Regler nahezu auf Maximum gestellt und mittels ATTACK- und RELEASE-Regler der gewünschte Klang eingestellt.

Experimentieren Sie mit allen Bedienungselementen, um ein Gefühl für deren Funktion zu bekommen!

3.4 Der TUBE COMPOSER im Mastering

Der Mastering-Prozess stellt einen der kritischsten Bearbeitungsschritte im Aufnahmeablauf dar: In diesem Produktionsschritt ist es das Ziel, eine maximal ausgesteuerte, verzerrungs- und rauschfreie Aufnahmekopie zu erzeugen. In vielen Anwendungen wird zudem eine hohe Durchschnittslautstärke des Programmmaterials gefordert. Im Bereich der kommerziellen Tonträger sind es besonders Schallplatten und Cassetten, die auf dieses Ziel hin bearbeitet werden. Oft leidet in diesen Fällen die Dynamik erheblich, da das Programmmaterial übermäßig komprimiert bzw. limitiert wird. Der kombinierte Einsatz der Kompressor- und der Peak Limiter-Sektion des TUBE COMPOSER ermöglicht es Ihnen, eine drastische Erhöhung der Durchschnittslautstärke vorzunehmen, ohne dass die Dynamik hörbar eingeschränkt wird. Verfahren Sie wie folgt:

1. Begrenzen Sie mit Hilfe der Peak Limiter-Sektion die Dynamik des Programmmaterials um max. 6 dB. Durch diese geringe Limitierung werden lediglich die Transienten aber nicht das eigentliche Audiosignal begrenzt, wodurch eine höhere Aussteuerung ermöglicht wird. Der Gesamtpegel kann nun um 6 dB angehoben werden, was zu einer größeren Lautstärke führt. Mehr als 6 dB sollten nicht begrenzt werden, da sonst hörbare Nebeneffekte entstehen.
2. Nutzen Sie deshalb zusätzlich den Effekt der Kompression. In jedem Fall empfiehlt es sich, die Kompression ebenfalls nur auf die "obersten" 6 dB des Dynamikbereiches zu beschränken. Eine hohe Threshold-Schwelle in Verbindung mit dem Auto-Modus führt zu guten Ergebnissen.

Dieser Effekt wird besonders bei DAT-Rekordern deutlich, deren Aussteuerungsanzeige eine Ansprechzeit von < 1 ms aufweist. Steuern Sie den DAT-Rekorder bis 0 dB aus und verringern Sie nun den LIMITER-Regler des Peak Limiters, bis die LIM-LED aufzuleuchten beginnt. Die "abgeschnittenen" Signalspitzen führen zu einem um ca. 6 dB verringerten Aufnahmepegel, was anhand der Aussteuerungsanzeige des DAT-Rekorders sichtbar wird. Erhöhen Sie nun den Aufnahmepegel des Rekorders wieder auf 0 dB. Das Ergebnis ist eine deutlich lautere Aufnahme ohne klanglich hörbare Einbußen.

3.5 Der TUBE COMPOSER im Rundfunk- und Fernsehbereich

Speziell im Bereich der kommerziellen Rundfunk- und Fernsehsender ist es das Ziel, mit Mitteln der Dynamikbearbeitung eine maximale Übertragungslautstärke zu erzielen. Durch diese Maßnahmen versprechen sich die Betreiber dieser Sender einen größeren Zuhörerkreis, da prinzipiell Radioprogramme bevorzugt werden, deren Empfang überdurchschnittlich laut ist. Durch das erhöhte Einzugsgebiet sichert dies dem Sender zudem höhere Einnahmen durch die Werbeindustrie.

Was ist Lautstärke?

Lautstärke wird als das Verhältnis von Durchschnittspegel eines Programmmaterials zu dessen Spitzenwert in Bezug auf Amplitude und Zeitdauer definiert. Je höher der Durchschnittspegel ist, d. h. je länger er sich auf einem hohen Niveau hält, umso lauter empfindet der Zuhörer das Programmmaterial.

Wenn Sie mit Ihrem Sender ein Maximum an Übertragungslautstärke erreichen wollen, verfahren Sie wie im Kapitel 3.4 beschrieben. Achten Sie darauf, dass der maximale auftretende Signalpegel unterhalb der

Begrenzerschwelle des Sendelimiters liegt. Andernfalls könnte dies zu einem harten und damit hörbaren Einsatz des Sendebegrenzers führen. Bedenken Sie zudem, dass eine starke Erhöhung der Lautstärke mit Mitteln der Kompression immer zu einem Verlust an Dynamik und einer wachsenden Gefahr von Nebeneffekten führt.

Der maßvolle Einsatz der Kompressor-, Peak Limiter- und Röhrensektion des TUBE COMPOSER führt zu hohen und verzerrungsfreien Durchschnittslautstärken mit lebendigem Klangcharakter.

3.6 Side Chain-Anwendungen

3.6.1 Der TUBE COMPOSER als "De-Esser"

Eine spezielle Anwendung der frequenzselektiven Kompression stellt das "De-Essing" dar. Zischlaute ("Ssss"), wie sie in der menschlichen Sprache vorkommen, führen oft zu starker Beeinträchtigung der Klangqualität. Unter den Störsignalen mit sehr hohen Energiedichten, deren Pegel den des normalen Programmmaterials weit überschreiten, sind es besonders die Zisch- und Explosivlaute in einer Übertragung, die eine angenehme und unverzerrte Stimme plötzlich hart, schrill und unangenehm klingen lassen. Um diese Laute aus dem Klangbild zu entfernen, setzt man einen Kompressor oder Limiter frequenzselektiv ein. Das Gerät spricht nur auf bestimmte ausgewählte Frequenzen an und reduziert den Gesamtpegel für die Dauer der Zisch- und Explosivlaute.

Registriert der Detektor-Schaltkreis ein exzessives Auftreten von hohen Frequenzen im Programmmaterial, so wird er wie im normalen Kompressorbetrieb den VCA veranlassen, den Gesamtpegel zu reduzieren. Da diese Kompression über den gesamten Frequenzbereich erfolgt, wird diese Art "Broadband (Breitband)-De-Essing" genannt.

Bitte beachten Sie, dass sich die frequenzselektive Kompression deutlich von der herkömmlichen statischen Klangregelung durch Kerb-Filter (Notch-Filter) unterscheidet, da im De-Essing-Betrieb eine Regelung nur bei Auftreten von Zischlauten einsetzt und der gesamte Frequenzgang der Anlage prinzipiell nicht beeinträchtigt wird.

Für die Anwendung des De-Essing wird ein einfacher Equalizer nicht im Audio-, sondern im Steuerweg des BEHRINGER TUBE COMPOSER eingesetzt. Der Equalizer wird zwischen den SC Send-Ausgang und den SC Return-Eingang des BEHRINGER TUBE COMPOSER eingeschleift. Über den aktivierten SC EXT-Schalter wird der Equalizer in die Regelschleife einbezogen und dient nun zur Steuerung des Gerätes. Mit Hilfe der SC MON-Funktion wird die Mittenfrequenz des Equalizers genau auf die Frequenzen der Zischlaute abgestimmt. Alle anderen Frequenzen werden gleichzeitig ausgeblendet, so dass bei maximaler Abschwächung der nicht benötigten Frequenzen und einer richtig abgestimmten Threshold-Schwelle das Gerät ausschließlich auf das vom Equalizer kommende selektierte Signal reagiert. Der Pegel der auftretenden Zischlaute kann so wirkungsvoll begrenzt werden.

Bedienungselement	Stellung
SC EXT-Schalter	IN
SC MON-Schalter	OUT
INTERACTIVE-Schalter	OFF
SC FILTER-Schalter	OUT
THRESHOLD-Regler	+20 dB
RATIO-Regler	1:4
AUTO-Schalter	OUT
ATTACK-Regler	1 ms
RELEASE-Regler	150 ms
OUTPUT-Regler	0 dB

Tab. 3.1: Die Einstellungen für den "De-Esser"-Betrieb

1. Drehen Sie den THRESHOLD-Regler gegen den Uhrzeigersinn, bis die Gain Reduction-Anzeige eine deutliche Pegelminderung signalisiert.
2. Betätigen Sie nun den SC MON-Schalter und stimmen Sie die Einsatzfrequenzen des Equalizers (in der Regel 6 - 10 kHz) gehörmäßig möglichst genau auf die Zischlaute ab.

3. Schalten Sie nun die SC MON-Funktion wieder aus und kalibrieren Sie den THRESHOLD-Regler erneut, so dass das Gerät lediglich bei Auftreten von Zischlauten reagiert.

Eine Pegelkompensation mittels OUTPUT-Regler ist nicht notwendig. Obwohl die oben empfohlenen Attack- und Release-Zeiten für diese Anwendung erprobt sind, sollten die Zeitparameter ggf. korrigiert werden, um möglichst optimale Klangresultate zu erzielen. Die AUTO-Funktion sollte nicht verwendet werden.

3.6.2 Frequenzselektives Ausfiltern von Störgeräuschen

Auf der Basis der “De-Esser”-Anordnung lassen sich neben dem Entfernen von Zischlauten auch niederfrequentes Rumpeln, Gerätebrummen und Störgeräusche von Klimaanlagen, Kameras etc. entfernen.

Gleichen Sie mit Hilfe des SC MON-Schalters die Einsatzfrequenzen des Equalizers mit den Störfrequenzen ab und verwenden Sie hierzu am besten ein steilflankiges sogenanntes “Peak”-Filter. Achten Sie darauf, dass Sie die Amplitude der nicht benötigten Frequenzen absenken. Verfahren Sie nun wie im vorherigen Kapitel beschrieben. Bei Auftreten der vom Equalizer selektierten Frequenzen setzt die Kompression ein und verursacht eine damit verbundene subjektive Lautstärkeminderung der Störgeräusche.

3.6.3 Unterdrücken von Instrumenten in einer Aufnahme

In einer weiteren Anwendung lassen sich mit dem BEHRINGER TUBE COMPOSER hilfreiche Korrekturen bereits bestehender Aufnahmen machen:

Wenn Sie z. B. eine übermäßig laute Bass Drum unterdrücken wollen, senken Sie alle Frequenzbänder des Equalizers oberhalb von 150 Hz ab. Diese Einstellung verursacht eine frequenzspezifische Kompression, sobald eine höhere Energiedichte in diesem Band detektiert wird. Mit dem Heraufsetzen der Threshold-Schwelle kann erreicht werden, dass eine Kompression nur bei lauten Schlägen einsetzt.

Allgemein lässt sich sagen, dass relativ hohe Threshold-Einstellungen eine Beeinträchtigung des Gesamtklangs verhindern, da lediglich Solo-Instrumente bzw. sehr laute Klänge zu einer Kompression führen.

3.6.4 Betonen von Instrumenten in einer Aufnahme

Umgekehrt können Sie den TUBE COMPOSER auch einsetzen, um z. B. Instrumentensoli oder Gesangsstimmen in einer missglückten Abmischung akustisch hervortreten zu lassen.

Gleichen Sie mit Hilfe des SC MON-Schalters die Einsatzfrequenzen des Equalizers mit den Frequenzen des herauszuhebenden Instrumentes ab und verwenden Sie hierzu am besten ein steilflankiges “Notch”-Filter. Achten Sie in dieser Anwendung darauf, dass Sie nur die Amplitude der ausgewählten Frequenzen absenken.

Die Kompression führt zu einer subjektiven Lautstärkeminderung des gesamten Programmaterials. Lediglich die vom Equalizer selektierten Frequenzen verursachen KEINE Kompression und vermitteln dadurch ein akustisches Anheben der betreffenden Frequenzen. Diese inverse Art der Kompression hilft, Instrumente auch in leisen Passagen wieder präsent werden zu lassen.

3.6.5 Zeitverzögerte Kompression

Wenn Sie das Audiosignal direkt in den SC Return-Eingang einspeisen und das Signal gleichzeitig über ein Delay (Zeitverzögerungs-Einrichtung) auf den Audioeingang geben, so arbeitet der BEHRINGER TUBE COMPOSER “vorausdenkend”. Mit etwas Fingerspitzengefühl lassen sich bei bestimmten Frequenzen Effekte mit “null” Attack-Zeit erreichen. Größere Zeitverzögerungen führen zu interessanten Klangeffekten.

3.6.6 “Voice Over”-Kompression (“Ducking”)

Der BEHRINGER TUBE COMPOSER kann dazu verwendet werden, Musik auf einen geringen Hintergrundpegel abzusenken, sobald ein Sprecher sein Mikrofon benutzt. In dieser Anwendung wird die Kompressorsektion als automatischer Fader benutzt und die Steuerung erfolgt über das Sprechermikrofon, das via Vorverstärker gleichzeitig an den SC Return-Eingang angeschlossen ist. Musik- und Mikrofonsignal werden über ein Mischpult zusammengemischt. Diese Anwendung wird als “Voice Over”-Kompression oder als “Ducking” bezeichnet und ist in Discotheken, Radiostationen etc. sehr verbreitet.

3.6.7 Triggern zusätzlicher Sounds zu einer Rhythmusspur

Diese Technik wird verwendet, um einer Rhythmusspur mehr “Punch” durch eine nachträgliche Synchronisation der Rhythmusinstrumente zu verleihen. Für diese Anwendung wird lediglich die Expander/Gate-Sektion benötigt und die Kompressor-, Peak Limiter- und Röhrensektion ausgeschaltet. Dabei wird die Bassgitarrenspur in den Audioweg des TUBE COMPOSER eingeschleift, während die Bass Drum auf den SC Return-Eingang gelegt wird. Bei aktivierter SC EXT-Funktion wird nun die Bassgitarre durch die Bass Drum getriggert.

In einer weiteren Anwendung kann der Sound der Bass Drum durch zusätzliche Instrumente (Synthesizer o. ä.) unterstützt bzw. ergänzt werden, wobei die Bass Drum benutzt wird, um einen neuen Sound zu triggern, der dann der Aufnahme zugemischt wird.

4. TECHNISCHER HINTERGRUND

4.1 Audiodynamik

4.1.1 Das Rauschen als physikalisches Phänomen

Alle elektrischen Bauteile weisen ein gewisses Eigenrauschen auf. Das Durchfließen des Leiters mit Strom führt zu unkontrollierten und zufälligen Elektronenbewegungen. Aus statistischen Gründen treten dabei Frequenzen des gesamten Spektrums auf. Werden diese schwachen Ströme hoch verstärkt, führt dies zum Phänomen des Rauschens. Aufgrund des gleichmäßigen Auftretens aller Frequenzen spricht man in diesem Zusammenhang von *weißem* Rauschen.

Aus verständlichen Gründen ist es in der Elektronik nicht möglich, prinzipiell auf Bauteile zu verzichten. Trotz des Einsatzes speziell rauscharmer Komponenten lässt sich ein bestimmtes Maß an Grundrauschen nicht vermeiden.

Ähnlich verhält es sich mit dem Rauschen, das beim Wiedergabevorgang eines Tonbands hörbar wird. Die am Wiedergabekopf vorbeiziehenden ungerichteten Magnetpartikel verursachen ebenfalls unkontrollierte Ströme und Spannungen. Die dabei entstehenden Tonfrequenzen werden als Rauschen wahrgenommen. Selbst bei bestmöglicher Magnetisierung des Bandes sind Rauschabstände von “nur” ca. 70 dB möglich, die bei den mittlerweile gestiegenen Höransprüchen als unzureichend anzusehen sind. Aus physikalischen Gründen sind prinzipielle Verbesserungen des Magnetträgers mit herkömmlichen Mitteln nicht möglich.

4.1.2 Der Begriff der Dynamik

Das menschliche Ohr zeichnet sich dadurch aus, dass es die unterschiedlichsten Lautstärken wahrnehmen kann – vom leisesten Flüstern bis zum ohrenbetäubenden Lärm eines Düsenflugzeuges. Versucht man dieses breite Spektrum an Lautstärken mit Hilfe von Verstärkern, Cassetten-Recordern, Schallplatten, ja selbst digitalen Speichermedien (CD, DAT etc.) aufzunehmen bzw. wiederzugeben, stößt man schnell an die physikalischen Grenzen der elektronischen und akustischen Wiedergabemöglichkeiten.

Der nutzbare Dynamikbereich für elektroakustische Anlagen ist sowohl nach unten als auch nach oben hin begrenzt. Das Rauschen der Elektronen in den Bauteilen führt zu einem hörbaren Grundrauschen und stellt damit die untere Grenze des Übertragungsbereiches dar. Die obere Grenze ergibt sich durch die Höhe der internen Betriebsspannungen des Gerätes, deren Überschreiten zu hörbaren Signalverzerrungen führt. Obwohl der nutzbare Dynamikumfang theoretisch bis an diese beiden Grenzen reicht, weist er in der Praxis einen bedeutend geringeren Wert auf, da eine bestimmte Aussteuerungsreserve eingehalten werden muss, um ein Verzerren des Audiosignals bei plötzlich auftretenden Pegelspitzen zu vermeiden. Diese Aussteuerungsreserve wird im Fachjargon als “Headroom” bezeichnet und beträgt in der Praxis ca. 10 bis 20 dB. Ein Absenken des durchschnittlichen Arbeitspegels würde zwar zu einem größeren Headroom führen, also die Gefahr vor Verzerrungen durch Signalspitzen verringern, gleichzeitig würde aber auch der Geräuschspannungsabstand herabgesetzt, was eine Erhöhung des Grundrauschens im Programmmaterial zur Folge hätte.

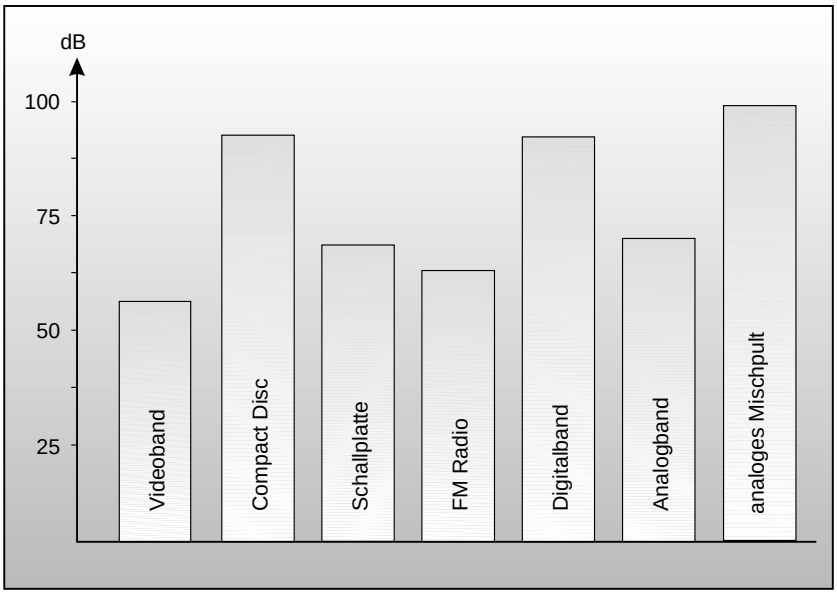


Abb. 4.1: Dynamikbereiche üblicher Medien

Um eine optimale Übertragungsqualität zu erreichen, erscheint es daher sinnvoll, den Arbeitspegel so hoch wie möglich anzusetzen, ohne aber dabei Gefahr zu laufen, das Signal zu verzerren.

Eine weitere Verbesserung der Übertragungsqualität lässt sich erreichen, indem das Programmaterial überwacht wird, um die Aussteuerung mittels eines Lautstärkereglers laufend von Hand nachzuregeln. In leisen Passagen wird der Pegel angehoben, wohingegen laute Stellen zurückgeregelt werden. Natürlich ist klar, dass diese manuelle Regelung ihre Grenzen hat: Auftretende Signalspitzen sind schwer vorherzusehen und es wäre unmöglich sie in der kurzen Zeit auszuregeln. Die Trägheit der manuellen Regelung führt zwangsläufig zu keinem befriedigenden Ergebnis.

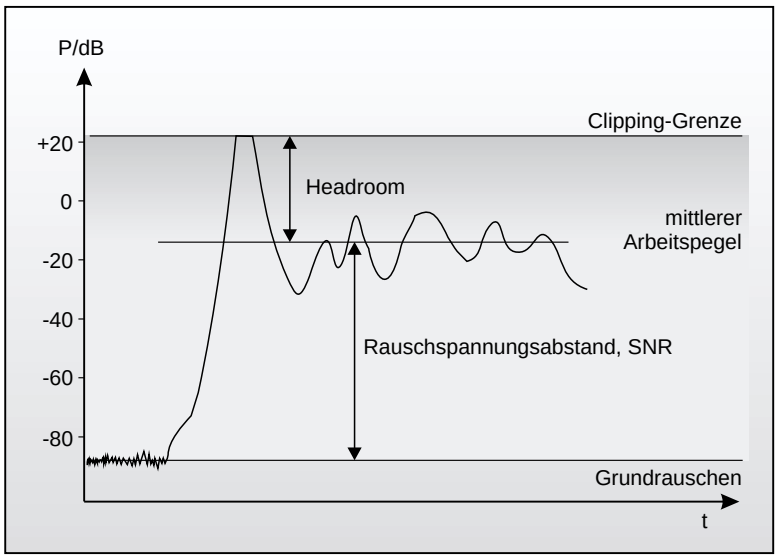


Abb. 4.2: Zusammenhang von Arbeitspegel und Headroom

Es stellt sich daher die Forderung nach einem schnell reagierenden, automatischen Regelungssystem, welches das Signal stetig überwacht und die Verstärkung so regelt, dass ein maximaler Rauschabstand – bei gleichzeitiger Vermeidung von Signalverzerrungen – gewährleistet ist. Dieses Regelungssystem nennt man Kompressor oder Limiter. Es stellt einen Teil des BEHRINGER TUBE COMPOSER dar.

4.1.3 Kompressoren/Limiter

Im Rundfunkbereich und in der Aufnahmetechnik überschreitet der Signalpegel oft die Aussteuerungsgrenze der signalverarbeitenden Geräte und muss deshalb in der Dynamik reduziert werden, um Verzerrungen zu vermeiden. Dies wird üblicherweise durch den Einsatz eines Kompressors oder Limiters erreicht. Die Funktionsweise dieser Geräte basiert wie bereits besprochen auf einer automatischen Verstärkungsregelung, die in lauten Passagen den Pegel reduziert. Auf diese Weise lässt sich z. B. die Dynamik eines Mikrofonkanals von 90 dB auf 50 dB oder weniger komprimieren. Dies gewährleistet eine problemlose Weiterverarbeitung z. B. im Rundfunk-, Bühnen- oder Aufnahmebereich.

Obwohl Kompressoren und Limiter ähnliche Aufgaben haben, unterscheiden sie sich doch in einem wesentlichen Punkt: Der Limiter begrenzt das Signal oberhalb einer bestimmten Pegelschwelle abrupt, während der Regelvorgang beim Kompressor über einen größeren Bereich “weich” verläuft. Der Limiter überwacht das Signal laufend und greift bei Überschreiten einer einstellbaren Schwelle in den Dynamikprozess ein. Diese Schwelle wird Threshold genannt. Jedes Signal, das diese Schwelle überschreitet, wird sofort auf den eingestellten Schwellwert zurückgeregelt.

Der Kompressor überwacht das Programmmaterial ebenfalls und weist auch einen Threshold-Punkt auf. Im Gegensatz zum Limiter erfolgt der Regelprozess aber nicht abrupt, sondern verläuft kontinuierlich. Oberhalb des Schwellwertes (Threshold) wird die Verstärkung des Signals reduziert, abhängig davon, um welchen Betrag die Schwelle überschritten wurde.

In der Regel wird der Threshold-Punkt unterhalb des Arbeitspegels gewählt, um eine musikalische “Verdichtung” des oberen Pegelbereiches zu ermöglichen. In der Limiter-Funktion wird der Threshold-Punkt hingegen oberhalb des Arbeitspegels gewählt, um eine zuverlässige Signalbegrenzung und einen damit verbundenen Schutz für nachfolgende Geräte zu ermöglichen.

4.1.4 Expander/Noise Gates

Viele Audiosignale sind von Natur aus in ihrer Dynamik begrenzt: Z. B. weisen Außenaufnahmen meist ein hohes Maß an Hintergrundgeräuschen auf (Verkehr, Wind etc.). Auch produzieren Gitarren-Pickups, Verstärker, Synthesizer, Effektgeräte etc. in hohem Maße Rauschen, Brummen oder sonstige Grundgeräusche, die zwangsläufig den Dynamikbereich des Nutzsignals einschränken.

Hintergrundgeräusche dieser Art sind solange unhörbar, wie der Pegel des Nutzsignals bedeutend über dem der Grundgeräusche liegt: Das Störsignal wird hierbei vom Nutzsignal überdeckt. Je weiter der Pegel des Nutzsignals jedoch absinkt, je geringer also die Pegeldifferenz zwischen Nutz- und Störsignal wird, um so stärker wird das Klangbild durch Störgeräusche beeinflusst.

Ein Expander oder Noise Gate kann dazu verwendet werden, den Dynamikbereich von Signalen zu erweitern und stellt damit die inverse Funktion zum Kompressor dar. Dabei wird das Signal bei kleinen Amplituden zusätzlich abgeschwächt, wodurch gleichzeitig Hintergrundgeräusche abgesenkt werden. Regelverstärker wie Expander sind daher in der Lage, den Dynamikbereich eines Signals in effektiver Weise zu erweitern.

Den größten Anwendungsbereich in der Audiotechnik erfährt dieses System im Einsatz von komplementären Rauschminderungssystemen (Kodierung - Dekodierung). Daneben erkannte man früh die vorteilhafte Anwendung des Expanders zur Entfernung von Hintergrundgeräuschen und Übersprechen von einzelnen Spuren in der Mehrkanaltechnik.

Das Noise Gate stellt die einfachste Form dieser Geräteart dar. Oberhalb eines einstellbaren Schwellwertes (Threshold) passiert das Signal das Gerät unverändert. Unterschreitet das Signal diesen Wert, wird es einfach komplett “abgeschnitten”. Diese Methode ist natürlich in den meisten Anwendungsfällen wenig geeignet, da der Übergang zu sprunghaft wäre und vom Hörer als unnatürlich empfunden würde. Eine verbesserte Version dieser Schaltung ergibt sich durch die Einstellbarkeit der Regelzeiten und des Expansionsgrades, wie es der TUBE COMPOSER bietet.

4.2 Die Röhre im TUBE COMPOSER

Wenn man die Entwicklung und die Trends im Bereich der Tontechnik beobachtet, wird man feststellen, dass die Röhre eine wahre Renaissance erlebt. Und das, wo heute Hobbymusiker wie selbstverständlich digitale Effektgeräte und Aufnahmemedien einsetzen und immer erschwinglicher werdende Digitalpulte Einzug in den Gerätepark vieler semi-professioneller Studios halten. Die Hersteller versuchen ständig mit neuen Algorithmen das Maximum aus den DSPs (Digitale Signal Prozessoren), den Herzstücken eines digitalen Systems, zu holen.

Trotzdem benutzen viele, speziell sehr erfahrene Toningenieure, oftmals noch Röhrengeräte sowohl älteren als auch jüngeren Datums. Häufig wird von diesen Leuten die höhere Rauschentwicklung der “alten Schätzchen” im Vergleich zu Transistor basierten Geräten in Kauf genommen, um die Eigenheit, sprich den warmen Klangcharakter dieser Geräte, für ihre Produktionen zu nutzen. So findet man heute sowohl im Recording- als auch im Mastering-Bereich wieder eine Reihe von Mikrofonen, Equalizern, Vorstufen und Kompressoren in Röhrentechnik. Durch die Kombination von Halbleiter- mit Röhrentechnik wird zudem die Möglichkeit geschaffen, die Vorteile beider Welten zu nutzen und ihre spezifischen Nachteile zu kompensieren.

4.3 Die Geschichte der Röhre

Ein genaues Geburtsjahr der Röhre ist wegen vieler patentrechtlicher Streitigkeiten nicht zu ermitteln. In den Jahren 1904 bis 1906 wird von den ersten Entwicklungen in der Röhrentechnik berichtet. Damals war es Forschungsaufgabe, eine geeignete Methode für den Empfang und die Gleichrichtung von Hochfrequenzen zu finden. Am 12.04.1905 ließ ein Herr Fleming sein “Glühkathoden-Ventil”, das auf Edisons Glühlampe basierte, patentieren. Dieses Ventil wurde als Gleichrichter für hochfrequente Signale eingesetzt. Erst Robert von Lieben bemerkte wohl eher durch Zufall die Steuerbarkeit des Anodenstromes durch eine gelochte Metallplatte (Gitter) und setzte damit Akzente in der Entwicklung einer zur Verstärkung verwendbaren Röhre. Schließlich entwickelte Robert von Lieben 1912 die erste Röhre zur Verstärkung von niederfrequenten Signalen. Anfangs war das größte Problem, eine ausreichende Lautstärke zu produzieren. Deshalb hat man zu Ungunsten des Frequenzgangs Resonanzüberhöhungen bei der Verstärkung benutzt, um so die erreichbare Lautstärke zu maximieren. Später wurde es zum Ziel, die Aufnahme- und Wiedergabewandler von Verstärkern so zu optimieren, dass möglichst verzerrungsarm ein breites Frequenzband übertragen werden konnte.

Das Problem der Röhre war aber, dass sie nicht linear verstärkt, d. h. der Klangcharakter des Ausgangsmaterials ändert sich durch den Einsatz der Röhre. Trotz der Bestrebung, einen möglichst linearen Frequenzgang zu gewährleisten, musste man damals einen “schlechteren” Klang der Geräte in Kauf nehmen. Weiterhin beeinträchtige das oben schon angesprochene Rauschverhalten der Röhre die nutzbare Dynamik angeschlossener Speichermedien (Magnetbandmaschinen). Damit war eine reale Abbildung der Dynamik des Audiosignals, die sich durch die Differenz der leisesten und der lautesten Stelle im Programmmaterial definiert, nicht möglich. Darüber hinaus wurden in Röhrengeräten qualitativ hochwertige und häufig auch teure Übertrager eingesetzt und es musste eine sehr aufwendige Spannungsversorgung gewährleistet sein.

Mit dem Einzug der Halbleitertechnik in den Audiobereich wurde schnell klar, dass durch einen enorm verbesserten Rauschabstand, eine einfachere Spannungsversorgung und einen verbesserten Frequenzgang die Röhre ihren festen Platz in der Verstärkertechnologie einbüßen musste. Zudem lassen sich Schaltungen in Halbleitertechnik erheblich einfacher und damit kostengünstiger realisieren.

Zwei weitere Jahrzehnte später gab es durch den Einzug binärer Signalverarbeitung einen Aufbruch in eine neue Ära, die sich z. B. durch hohe Dynamik im Aufnahmemedium und verlustfreie Kopierbarkeit auszeichnete. Im Zuge der Entwicklung digitaler Medien wurde aber immer von vielen die Wärme, Durchsetzungskraft und Lebendigkeit, die von analogen Aufnahmen bekannt war, vermisst. Deshalb gelten noch heute digitale Aufnahmen unter Puristen als “steril” oder “distanziert”.

4.4 Aufbau und Funktionsprinzip der Röhre

Eine grobe Einteilung der Röhren lässt sich nach Anzahl der Elektroden machen. Zu unterscheiden sind dabei Röhren mit zwei, drei oder fünf Elektroden, die als Di-, Tri- oder Pentoden bezeichnet werden.

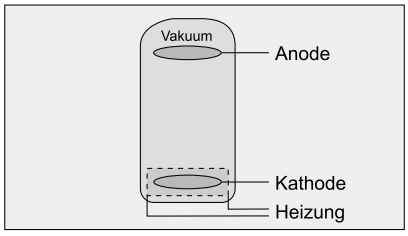


Abb. 4.3: Diode

Bei der *Diode* befinden sich die Elektroden in einem Vakuumglaskolben und sind von außen elektrisch zugänglich. Das Vakuum ermöglicht dabei eine ungehinderte Elektronenbewegung. Wird nun eine der Elektroden erhitzt, kann sie Elektronen freigeben (Elektronenemission, vom lat. emittere = schicken). Diese elektronenaussendende Elektrode nennt man Kathode. Legt man an die andere Elektrode, die Anode, eine gegenüber der Kathode positive Gleichspannung an, so findet ein Fluss der negativen Elektronen in Richtung Anode statt. Bei umgekehrter Polung der Spannung zwischen Kathode und Anode kann kein Stromfluss zustande kommen, da die unbeheizte Anode praktisch keine Elektronen emittiert. Man nutzte diese Bauform z. B. als Gleichrichterröhre in Spannungsversorgungen von Verstärkern. Die Größe und die Geschwindigkeit des Elektronenstromes ist abhängig von der Kathodentemperatur, deren Material und der Höhe der Anodenspannung. Beim Auftreffen der Elektronen auf die Anode entsteht Wärme, die durch Verwendung größerer Anodenbleche abgestrahlt wird.

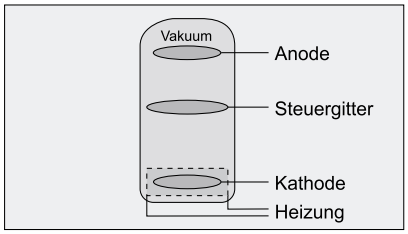


Abb. 4.4: Triode

Bei der *Triode* ist zusätzlich ein metallisches Gitter zwischen der Anode und der Kathode angebracht, das durch Anlegen einer negativen Spannung die Steuerung des Innenwiderstandes der Röhre bewirkt und damit verbunden den Anodenstrom regelt. Wird die Gittervorspannung (Spannung zwischen Kathode und Gitter) negativ, dann verringert sich der zur Anode fließende Strom, weil das negativ geladene Gitter die eintreffenden Elektronen abstößt. Als Folge erreichen weniger Elektronen die Anode. Bei Erhöhung der Gittervorspannung in Richtung 0 wird der Elektronenfluss beschleunigt. Steigt die Gittervorspannung auf 0 oder sogar in den positiven Bereich, so fließt ein Gitterstrom, der den zur Anode fließenden Strom erheblich verringert und unter Umständen die Röhre zerstören kann. Trioden werden meistens in Vorstufen verwendet und sind häufig zu zweit in einer Röhre zusammengefasst (Doppeltriode).

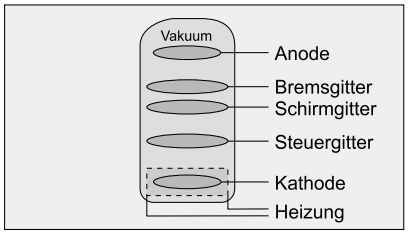


Abb. 4.5: Pentode

Bei der Triode stellt die Kapazität zwischen Gitter und Anode ein Problem in bezug auf hohe Frequenzen und große Verstärkungen dar. Deshalb wird bei der *Pentode* ein Schirmgitter mit positiver Ladung zwischen Steuergitter und Anode positioniert. Allerdings werden durch die positive Ladung des Schirmgitters Elektronen, die durch eintreffende Elektronen von dem Anodenblech herausgelöst werden, wiederum angezogen. Um das zu verhindern, fügt man ein Bremsgitter zwischen Anode und Schirmgitter ein, das aufgrund seiner negativen Ladung diese Elektronen nicht zum Schirmgitter durchlässt. Pentoden finden häufig in Endstufen Verwendung.

4.5 Eigenschaften der Röhre

Im allgemeinen entstehen bei der Übersteuerung sowohl von Transistorschaltungen als auch von röhrenbasierten Schaltungen Verzerrungen verschiedenster Arten. Diese in der Realität recht komplexen Phänomene werden zur einfacheren mathematischen Beschreibung in lineare und nichtlineare Verzerrungen unterteilt. Lineare Verzerrungen entstehen bei frequenzabhängigen Verstärkungen oder Dämpfungen, wie sie in allen Filtern oder Klangregelungsschaltungen vorkommen. Linear verzerrte Signale enthalten am Ausgang dieselben Frequenz-

anteile wie am Eingang, nur mit anderer Phasenlage und Amplitude. Bei nichtlinearen Verzerrungen entstehen zusätzliche Obertöne und Klirrkomponenten, die im Eingangssignal nicht vorhanden sind.

Wird z. B. die einfachste aller Schwingungen, eine Sinusschwingung mit fester Frequenz *f*, übersteuert, so entstehen neue Schwingungen mit Frequenzen *2*f*, *3*f*, usw., die ganzzahlige Vielfache der Ursprungsfrequenz sind. Diese neu gewonnenen Frequenzen werden als Obertöne oder Harmonische bezeichnet, die weiterhin in geradzahlige und ungeradzahlige Harmonische unterteilt werden.

Die Röhre erzeugt nun, im Gegensatz zum Transistor, bei Übersteuerung vorwiegend geradzahlige Harmonische, die vom Menschen, in intensiverem Maße als die ungeradzahligen, als angenehm empfunden werden. Wichtig ist dabei auch die Tatsache, dass die Röhre viel kontinuierlicher als der Transistor Verzerrungen produziert. Man spricht deshalb häufig auch von einer Sättigung der Röhrenstufe. Die Übersteuerung von Transistoren bewirkt eine krass einsetzende rechteckige Verformung des am Eingang anliegenden Sinussignals, das am Ausgang dann ein sehr extremes Obertonspektrum enthält.

Um die nichtlinearen Verzerrungen zu messen, verwendet man die Messgröße Klirrfaktor, die sich unterteilt in Gesamtklirrfaktor [k] und Teilklirrfaktoren [k_n]. Der Teilklirrfaktor ist definiert als das Verhältnis der Spannung einer einzelnen Harmonischen zur Spannung des verzerrten Gesamtsignals. So bezeichnet man den Anteil an geraden Harmonischen mit k_2, k_4, ... und ungeraden Harmonischen mit k_1, k_3, ...

$$k_n = \frac{U_n}{U_{ges}}$$

Formel zur Berechnung des Teilklirrfaktors

Der Gesamtklirrfaktor wird aus der Wurzel der Summe der quadrierten Klirrfaktoren zweiter und dritter Ordnung gebildet. Da höhere Harmonische das Meßergebnis kaum noch beeinflussen, werden diese vernachlässigt.

$$k = \sqrt{k_2^2 + k_3^2}$$

Formel zur Berechnung des Gesamtklirrfaktors

Bei Röhrenschaltungen beschreibt der Klirrfaktor k_2 einen vom Menschen angenehm empfundenen Effekt. Weiterhin spielen auch die Frequenzbereiche, in denen die Verzerrungen auftreten ein wichtige Rolle, da das menschliche Gehör speziell im Sprachbereich sehr differenziert unterscheidet.

4.6 Das Beste beider Welten

Trotz vieler Versuche ist es den Herstellern und Entwicklern bis heute nicht überzeugend gelungen, diese positiven Eigenschaften der Röhre mit anderen Mitteln zu simulieren. Darüber hinaus ist die natürliche Fähigkeit der Röhre zur weichen Begrenzung nur mit erheblich größerem Schaltungsaufwand nachahmbar. Deshalb verbindet man heute hochwertige Halbleiter- mit der nötigen Röhrentechnik, um die gegenwärtigen Bedürfnisse der Studiotechnik zu befriedigen. Dabei wird die Röhre nicht mehr in ihrer ursprünglichen Funktion als Mittel zur Verstärkung benutzt, sondern dient mehr der spezifischen Klangformung.

4.7 Die UTC-Schaltung

Im BEHRINGER TUBE COMPOSER kommt die neu entwickelte ULTRA-TUBE-Technologie zum Einsatz. Zwei Jahre intensiver Forschungsarbeit unserer Ingenieure machten eine derartige Entwicklung möglich. Die ULTRA-TUBE-Technologie überwindet die Probleme, die mit Röhrenschaltungen einhergehen und generiert schon bei einer geringen Übersteuerung die Obertöne, die Ihren Aufnahmen mehr Wärme und Druck verleihen.

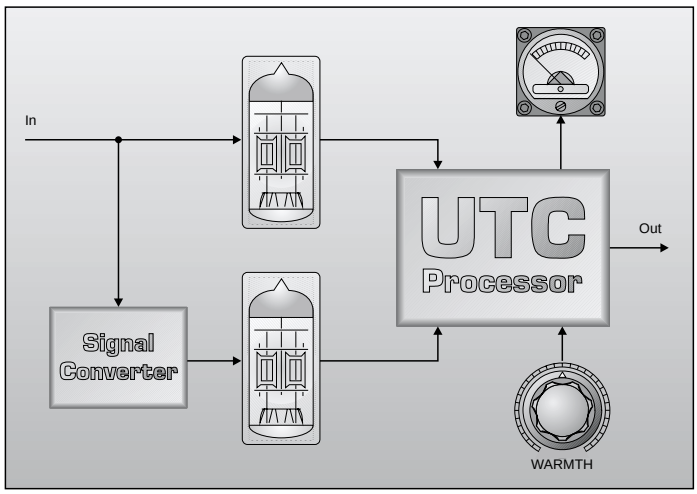


Abb. 4.6: UTC-Schaltung

Beim TUBE COMPOSER wird das Audiosignal nach der Dynamikbearbeitung der UTC-Stufe zugeführt. Hier wird es aufgesplittet und für beide Signalwege unterschiedlich aufbereitet. Die beiden Röhrenhälften verstärken parallel jeweils das Originalsignal und das im Phasenspektrum bearbeitete (Doppeltriode, vgl. Kapitel 4.5.3). Durch eine leichte Übersteuerung der Röhrenstufe entstehen zusätzliche Obertöne. Bei der Verarbeitung der beiden Signale im UTC-Prozessor können nun die in herkömmlichen Röhrenschaltungen auftretenden Nebengeräusche weitgehend eliminiert und der eigentliche Röhreneffekt kontinuierlich dazu gemischt werden. Je weiter der WARMTH-Regler nach rechts gedreht wird, desto mehr Röhrenklang erhält das Originalsignal.

4.8 Einsatz im Tonstudio

Nun darf man den Einsatz der Röhre in einem Tonstudio nicht gleichsetzen mit ihrer Funktion in einem übersteuerten Gitarrenverstärker. Dort führt die vielfach höhere Sättigung der Röhre zu einer kompletten und auch beabsichtigten Veränderung des Eingangssignals oftmals, einhergehend mit einer starken Zunahme des Rauschpegels. Im Studiobereich ist meist ein weitaus subtilerer Einsatz erwünscht. Hierbei verschafft die Röhrenschaltung dem Signal einen lebendigen Charakter und erhöht seine Durchsetzungkraft. Häufig wird auch ein höherer Lautheitseindruck (als bei dem unbearbeiteten Signal) erzielt, d. h. die subjektiv wahrgenommene Lautstärke steigt, obwohl der Pegel gleich bleibt. Dies entsteht dadurch, dass der Dynamikbereich des eingespeisten Audiosignals durch die Übersteuerung der Röhrenschaltung nach oben hin begrenzt wird und das leiseste Signal damit der Amplitude nach näher an das lauteste heranrückt. Somit bewirkt eine zunehmende Sättigung der Röhre eine leichte Kompression des gesamten Nutzdynamikbereichs.

Ein ähnlicher Effekt wie bei der Röhre entsteht bei der Übersteuerung von analogen Bandmaschinen. Dieser sogenannte “Bandsättigungseffekt” bewirkt ebenfalls eine leichte Kompression des aufgenommenen Audiomaterials und die Erzeugung von zusätzlichen Obertönen.

5. INSTALLATION

5.1 Einbau in ein Rack

Der BEHRINGER TUBE COMPOSER benötigt zwei Höheneinheiten (2 HE) für den Einbau in ein 19-Zoll-Rack. Bitte beachten Sie, dass Sie zusätzlich ca. 10 cm Einbautiefe für die rückwärtigen Anschlüsse frei lassen.

☞ **Sorgen Sie für eine ausreichende Luftzufuhr und stellen Sie den TUBE COMPOSER z. B. nicht auf eine Endstufe, um eine Überhitzung des Gerätes zu vermeiden.**

5.2 Netzspannung

Bevor Sie den TUBE COMPOSER mit dem Stromnetz verbinden, überprüfen Sie bitte sorgfältig, ob Ihr Gerät auf die richtige Versorgungsspannung eingestellt ist! Der Sicherungshalter an der Netzanschlussbuchse weist 3 dreieckige Markierungen auf. Zwei dieser Dreiecke stehen sich gegenüber. Der TUBE COMPOSER ist auf die neben diesen Markierungen stehende Betriebsspannung eingestellt und kann durch eine 180° Drehung des Sicherungshalters umgestellt werden. **ACHTUNG: Dies gilt nicht für Exportmodelle, die z. B. nur für eine Netzspannung von 115 V konzipiert wurden!**

Die Netzverbindung erfolgt über ein Netzkabel mit Kaltgeräteanschluss. Sie entspricht den erforderlichen Sicherheitsbestimmungen.

☞ **Beachten Sie bitte, dass alle Geräte unbedingt geerdet sein müssen. Zu Ihrem eigenen Schutz sollten Sie in keinem Fall die Erdung der Geräte bzw. der Netzkabel entfernen oder unwirksam machen.**

5.3 Audioverbindungen

Die Audioein- und Ausgänge des BEHRINGER TUBE COMPOSER sind symmetrisch aufgebaut und liegen sowohl als XLR-Anschlüsse als auch als 6,3 mm Stereo-Klinkenbuchsen vor. Wenn Sie die Möglichkeit haben, mit anderen Geräten eine symmetrische Signalführung aufzubauen, sollten Sie davon Gebrauch machen, um eine maximale Störsignalkompensation zu erreichen. Bei den SC SEND und SC RET.-Buchsen handelt es sich um unsymmetrische Klinkenbuchsen. Die hier anliegenden Signale werden als reine Steuersignale benutzt, die unsymmetrische Beschaltung stellt demnach für Ihr Audiosignal keine Gefahr dar.

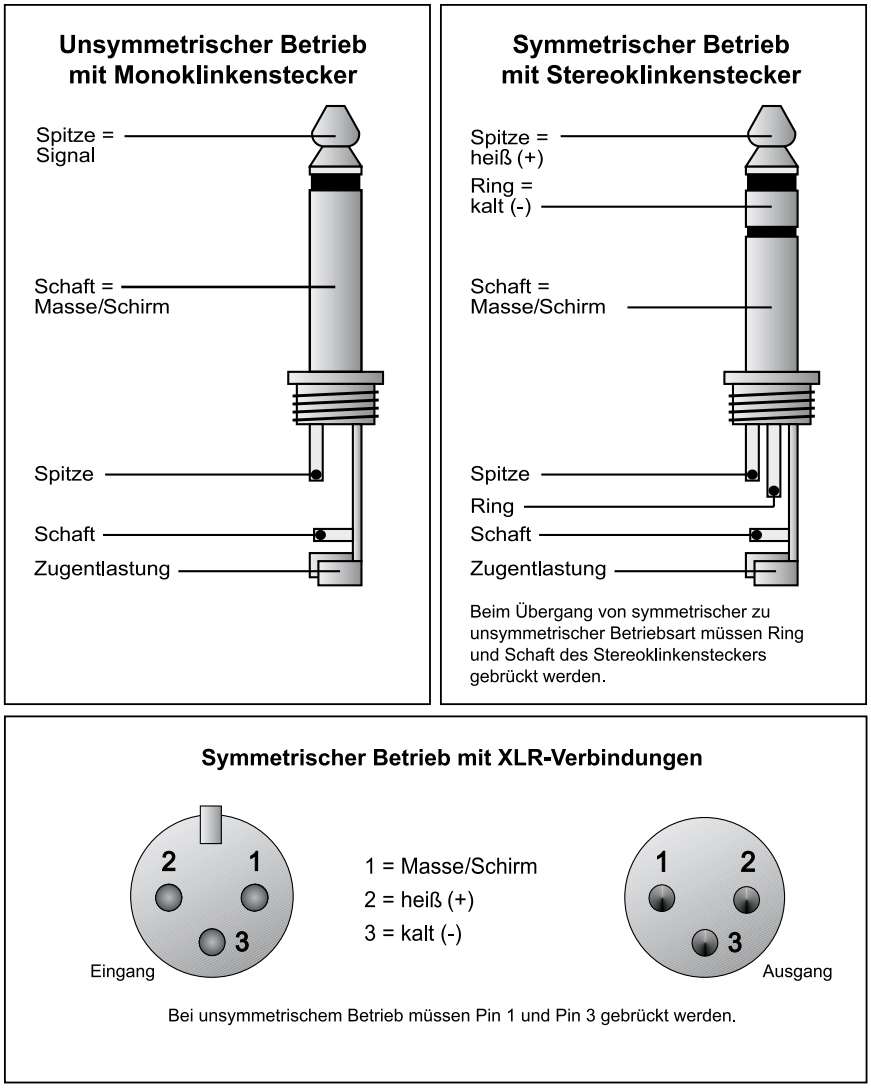


Abb. 5.1: Die verschiedenen Steckertypen im Vergleich

☞ **Unsymmetrische XLR-Verbindungen sollten auf keinen Fall als Mikrofonkabel verwendet werden, da dadurch eine vorhandene Phantomspeisung kurzgeschlossen würde!**

5.4 Wahl des Arbeitspegels

Der BEHRINGER TUBE COMPOSER erlaubt es, über die auf der Rückseite des Gerätes angebrachten OPERATING LEVEL-Schalter den internen Arbeitspegel umzuschalten. Damit können Sie den TUBE COMPOSER optimal an verschiedene Arbeitspegel anpassen, d. h. zwischen dem Homerecording-Pegel (-10 dBV) und dem Studiopegel (+4 dBu) wählen. Durch diese Anpassung werden die Pegelanzeigen automatisch auf den jeweiligen Nominalpegel umgestellt und der TUBE COMPOSER im optimalen Arbeitsbereich betrieben.

5.5 Transformator-symmetrierter Ausgang (Option)

Für kritische Anwendungsbereiche kann es vorteilhaft sein, die Ausgangssignale trafosymmetriert zu übertragen. Zu diesem Zweck bieten wir unseren hervorragenden Ausgangsübertrager OT-1 zum Nachrüsten an.

Die Transformator-Symmetrierung hat im Vergleich zur elektronischen Symmetrierung den Vorteil, Geräte untereinander galvanisch zu trennen. Eventuell vorhandene Potentialunterschiede und Masseschleifen in Audio-Installationen führen so zu geringeren Störungen.

6. TECHNISCHE DATEN

Audioeingänge

Anschlüsse	XLR- und 6,3 mm Klinkenanschluss
Typ	HF-entstörter, servo-symmetrierter Eingang
Impedanz	50 kOhm symmetrisch, 25 kOhm unsymmetrisch
Nominaler Arbeitspegel	+4 dBu/-10 dBV umschaltbar
Max. Eingangspegel	+21 dBu symmetrisch und unsymmetrisch
CMRR	typisch 40 dB, >55 dB @ 1 kHz

Audioausgänge

Anschlüsse	XLR- und 6,3 mm Klinkenanschluss
Typ	elektronisch gesteuerte servo-symmetrierte Ausgangsendstufe (optional trafo-symmetriert)
Impedanz	60 Ohm symmetrisch, 30 Ohm unsymmetrisch
Max. Ausgangspegel	+21 dBu, +20 dBm symmetrisch und unsymmetrisch

Side Chain-Eingang

Anschluss	6,3 mm Klinkenanschluss
Typ	HF-entstörter, DC-entkoppelter, unsymmetrischer Eingang
Impedanz	>10 kOhm
Max. Eingangspegel	+21 dBu

Side Chain-Ausgang

Anschluss	6,3 mm Klinkenanschluss
Typ	HF-entstörter, DC-entkoppelter, unsymmetrischer Ausgang
Impedanz	2 kOhm
Max. Ausgangspegel	+21 dBu

Systemdaten

Frequenzgang	18 Hz bis 30 kHz, +0/-3 dB
Rauschabstand	>100 dB, ungewichtet, 22 Hz bis 22 kHz
THD	0,008 % typ. @ +4 dBu, 1 kHz, Verstärkung 1 0,04 % typ. @ +20 dBu, 1 kHz, Verstärkung 1
IMD	0,01 % typ. SMPTE
Übersprechen	<-100 dB, 22 Hz bis 22 kHz
Stereo-Verkopplung	echte RMS-Leistungssummierung

Expander/Gate-Sektion

Typ	IRC (Interactive Ratio Control)-Expander
Threshold	variabel (OFF bis +15 dB)
Ratio	variabel (1:1 bis 1:8)
Attack	<1 ms / 50 dB, programmabhängig
Release	variabel (SLOW: 100 ms / 1 dB , FAST: 100 ms / 100 dB)

Kompressorsektion

Typ	IKA (Interactive Knee Adaptation)-Kompressor
Threshold	variabel (-40 bis +20 dB)
Ratio	variabel (1:1 bis oo :1)
Threshold Charakteristik	variabel (Interactive Knee oder Hard Knee)
Attack/Release Modes	variabel (manuell oder automatisch)
Auto Charakteristik	Wave Adaptive Compressor
Manuelle Attack-Zeit	variabel (0,5 ms / 20 dB bis 100 ms / 20 dB)
Manuelle Release-Zeit	variabel (0,05 ms / 20 dB bis 5 s / 20 dB)
Auto Attack-Zeit	typ. 15 ms für 10 dB, 5 ms für 20 dB, 3 ms für 30 dB
Auto Release-Zeit	programmabhängig, typ. 125 dB/sec
Output	variabel (-20 bis +20 dB)

Peak Limiter-Sektion

Typ	IGC (Interactive Gain Control)-Peak Limiter
Level	variabel (+4 dB bis OFF (+22 dBu))
Ratio	oo :1
Stufe 1 Limiter Typ	Clipper
Attack	“Zero”
Release	“Zero”
Stufe 2 Limiter Typ	Programm-Limiter
Attack	programmabhängig, typ. < 5 ms
Release	programmabhängig, typ. 20 dB/s

Funktionschalter

Slow Rel./Fast Release	Schaltet die Release-Zeit der Expander/Gate-Sektion zwischen langsam und schnell um
SC Ext	Schaltet den externen Side Chain-Eingang auf die Detektorschaltung
SC Mon	Schaltet das Side Chain-Signal auf den Audioausgang und unterbricht den normalen Audioweg
Interactive	Aktiviert die “Interactive Knee Adaptation”-Charakteristik
SC Filter	Aktiviert die frequenzabhängige Detektorfunktion
Auto	Aktiviert die automatische und programmabhängige Attack-/Release-Regelung und deaktiviert die manuellen Attack- und Release-Regler
Input/Output	Schaltet die Pegelaussteuerungsanzeige zwischen Ein- und Ausgang
Gain Red./Level	Schaltet die VU-Meter zwischen Pegelreduzierung und Ein- bzw. Ausgang
In/Out	Relaisgesteuerter Hard Bypass-Schalter zur Aktivierung des Kanals Bei Stromausfall wird das Gerät automatisch in den Bypass-Modus geschaltet
Operating Level	Schaltet den internen Arbeitspegel des Kanals von +4 dBu auf -10 dBV um
CH. 1 Master/Dual Mono	Koppelmöglichkeit der Kanäle im Stereobetrieb. Kanal 1 wird Master
Warmth	variabel (+10 dB bis +60dB)

Anzeigen

Gain Red./ In-, Output Level	VU-Meter
Warmth	VU-Meter
Expander/Gate Threshold	2 LEDs für unterhalb “-” und oberhalb “+”
Compressor Threshold	3 LEDs für unterhalb “-”, Interactive “0” und oberhalb “+”
Peak Limiter Threshold	1 LED zur Anzeige der Limiterfunktion “LIM”

Optionen

Ausgangstransformator	BEHRINGER Transformator OT-1 nachrüstbar

Stromversorgung

Netzspannung	USA/Canada	120 V ~, 60 Hz
	U.K./Australia	240 V ~, 50 Hz
	Europe	230 V ~, 50 Hz
	generelles Export-Modell	100 - 120 V ~, 200 - 240 V ~, 50 - 60 Hz
Leistungsaufnahme	max. 30 W	
Sicherung	100 - 120 V ~: **T 1 A H** 200 - 240 V ~: **T 500 mA H**	
Netzanschluss	Standard-Kaltgeräteanschluss	

Abmessungen/Gewicht

Abmessungen	3 1/2" (88,9 mm) x 19" (482,6 mm) x 8 1/2" (217 mm)
Gewicht	ca. 8 kg
Transportgewicht	ca. 10 kg

Die Fa. BEHRINGER ist stets bemüht, den höchsten Qualitätsstandard zu sichern. Erforderliche Modifikationen werden ohne vorherige Ankündigung vorgenommen. Technische Daten und Erscheinungsbild des Gerätes können daher von den genannten Angaben oder Abbildungen abweichen.

7. GARANTIE

§ 1 GARANTIEKARTE/ONLINE-REGISTRIERUNG

Zum Erwerb des erweiterten Garantieanspruches muss der Käufer die Garantiekarte innerhalb von 14 Tagen nach dem Kaufdatum komplett ausgefüllt an die Firma BEHRINGER Spezielle Studiotechnik GmbH zu den unter § 3 genannten Bedingungen zurücksenden. Es gilt das Datum des Poststempels. Wird die Karte nicht oder verspätet eingesandt, besteht kein erweiterter Garantieanspruch.

Unter den genannten Bedingungen ist auch eine Online-Registrierung über das Internet möglich (www.behringer.com bzw. www.behringer.de).

§ 2 GARANTIELEISTUNG

1. Die Firma BEHRINGER (BEHRINGER Spezielle Studiotechnik GmbH einschließlich der auf der beiliegenden Seite genannten BEHRINGER Gesellschaften, ausgenommen BEHRINGER Japan) gewährt für mechanische und elektronische Bauteile des Produktes, nach Maßgabe der hier beschriebenen Bedingungen, eine Garantie von einem Jahr gerechnet ab dem Erwerb des Produktes durch den Käufer. Treten innerhalb dieser Garantiefrist Mängel auf, die nicht auf normalem Verschleiß oder unsachgemäßer Benutzung beruhen, so werden diese nach Wahl der Firma BEHRINGER durch Reparatur oder Ersatz des Gerätes behoben.

2. Bei berechtigten Garantieansprüchen wird das Produkt frachtfrei zurückgesandt.

3. Andere als die vorgenannten Garantieleistungen werden nicht gewährt.

§ 3 REPARATURNUMMER

1. Um die Berechtigung zur Garantiereparatur vorab überprüfen zu können, setzt die Garantieleistung voraus, dass der Käufer oder sein autorisierter Fachhändler die Firma BEHRINGER (siehe beiliegende Liste) **VOR** Einsendung des Gerätes zu den üblichen Geschäftszeiten anruft und über den aufgetretenen Mangel unterrichtet. Der Käufer oder sein autorisierter Fachhändler erhält dabei eine Reparaturnummer.

2. Das Gerät muss sodann zusammen mit der Reparaturnummer im Originalkarton eingesandt werden. Die Firma BEHRINGER wird Ihnen mitteilen, wohin das Gerät einzusenden ist.

3. Unfreie Sendungen werden nicht akzeptiert.

§ 4 GARANTIEBESTIMMUNGEN

1. Garantieleistungen werden nur erbracht, wenn zusammen mit dem Gerät die Kopie der Originalrechnung bzw. der Kassenbeleg, den der Händler ausgestellt hat, vorgelegt wird. Liegt ein Garantiefall vor, wird das Produkt grundsätzlich innerhalb von spätestens 30 Tagen nach Wareneingang durch die Firma BEHRINGER repariert oder ersetzt.

2. Falls das Produkt verändert oder angepasst werden muss, um den geltenden nationalen oder örtlichen technischen oder sicherheitstechnischen Anforderungen des Landes zu entsprechen, das nicht das Land ist, für das das Produkt ursprünglich konzipiert und hergestellt worden ist, gilt das nicht als Material- oder Herstellungsfehler. Die Garantie umfasst im übrigen nicht die Vornahme solcher Veränderungen oder Anpassungen unabhängig davon, ob diese ordnungsgemäß durchgeführt worden sind oder nicht. Die Firma BEHRINGER übernimmt im Rahmen dieser Garantie für derartige Veränderungen auch keine Kosten.

3. Die Garantie berechtigt nicht zur kostenlosen Inspektion oder Wartung bzw. zur Reparatur des Gerätes, insbesondere wenn die Defekte auf unsachgemäße Benutzung zurückzuführen sind.

Ebenfalls nicht vom Garantieanspruch erfasst sind Defekte an Verschleißteilen, die auf normalen Verschleiß zurückzuführen sind. Verschleißteile sind insbesondere Fader, Potis, Tasten und ähnliche Teile.

4. Auf dem Garantiewege nicht behoben werden des weiteren Schäden an dem Gerät, die verursacht worden sind durch:

- Missbrauch oder Fehlgebrauch des Gerätes für einen anderen als seinen normalen Zweck unter Nichtbeachtung der Bedienungs- und Wartungsanleitungen der Firma BEHRINGER;
- den Anschluss oder Gebrauch des Produktes in einer Weise, die den geltenden technischen oder sicherheitstechnischen Anforderungen in dem Land, in dem das Gerät gebraucht wird, nicht entspricht;
- Schäden, die durch höhere Gewalt oder andere von der Firma BEHRINGER nicht zu vertretende Ursachen bedingt sind.

5. Die Garantieberechtigung erlischt, wenn das Produkt durch eine nicht autorisierte Werkstatt oder durch den Kunden selbst repariert bzw. geöffnet wurde.

6. Sollte bei Überprüfung des Gerätes durch die Firma BEHRINGER festgestellt werden, dass der vorliegende Schaden nicht zur Geltendmachung von Garantieansprüchen berechtigt, sind die Kosten der Überprüfungsleistung durch die Firma BEHRINGER vom Kunden zu tragen.

7. Produkte ohne Garantieberechtigung werden nur gegen Kostenübernahme durch den Käufer repariert. Bei fehlender Garantieberechtigung wird die Firma BEHRINGER den Käufer über die fehlende Garantieberechtigung informieren. Wird auf diese Mitteilung innerhalb von 6 Wochen kein schriftlicher Reparaturauftrag gegen Übernahmen der Kosten erteilt, so wird die Firma BEHRINGER das übersandte Gerät an den Käufer zurücksenden. Die Kosten für Fracht und Verpackung werden dabei gesondert in Rechnung gestellt und per Nachnahme erhoben. Wird ein Reparaturauftrag gegen Kostenübernahme erteilt, so werden die Kosten für Fracht und Verpackung zusätzlich, ebenfalls gesondert, in Rechnung gestellt.

§ 5 ÜBERTRAGUNG DER GARANTIE

Die Garantie wird ausschließlich für den ursprünglichen Käufer (Kunde des Vertragshändlers) geleistet und ist nicht übertragbar. Außer der Firma BEHRINGER ist kein Dritter (Händler etc.) berechtigt, Garantieversprechen für die Firma BEHRINGER abzugeben.

§ 6 SCHADENERSATZANSPRÜCHE

Wegen Schlechtleistung der Garantie stehen dem Käufer keine Schadensersatzansprüche zu, insbesondere auch nicht wegen Folgeschäden. Die Haftung der Firma BEHRINGER beschränkt sich in allen Fällen auf den Warenwert des Produktes.

§ 7 VERHÄLTNIS ZU ANDEREN GEWÄHRLEISTUNGSRECHTEN UND ZU NATIONALEM RECHT

1. Durch diese Garantie werden die Rechte des Käufers gegen den Verkäufer aus dem geschlossenen Kaufvertrag nicht berührt.

2. Die vorstehenden Garantiebedingungen der Firma BEHRINGER gelten soweit sie dem jeweiligen nationalen Recht im Hinblick auf Garantiebestimmungen nicht entgegenstehen.

Diese Anleitung ist urheberrechtlich geschützt. Jede Vervielfältigung, bzw. jeder Nachdruck, auch auszugsweise, und jede Wiedergabe der Abbildungen, auch in verändertem Zustand, ist nur mit schriftlicher Zustimmung der Firma BEHRINGER Spezielle Studiotechnik GmbH gestattet.
BEHRINGER, COMPOSER, MULTICOM, VINTAGER und UTRA-TUBE sind eingetragene Warenzeichen.
© 2001 BEHRINGER Spezielle Studiotechnik GmbH.
BEHRINGER Spezielle Studiotechnik GmbH, Hanns-Martin-Schleyer-Str. 36-38, 47877 Willich-Münchheide II, Deutschland
Tel. +49 (0) 21 54 / 92 06-0, Fax +49 (0) 21 54 / 92 06-30